

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Civil

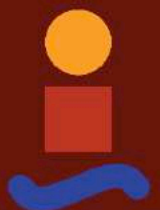
Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del río

Autor: Pablo Orihuela García

Tutor: Manuel Morato Moreno

**Departamento de Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2018



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Civil

Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del río

Autor:

Pablo Orihuela García

Tutor:

Dr. Manuel Moreno Moreno

Profesor titular de Escuela Universitaria

Departamento de Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2018

Proyecto Fin de Carrera: Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del río

Autor: Pablo Orihuela García

Tutor: Manuel Morato Moreno

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2018

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis amigos

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer la gran colaboración que me ha aportado el tutor D. Manuel Morato a la hora de facilitarme la posibilidad de realizar este Trabajo de Fin de Grado del que he disfrutado realmente trabajando sobre él día a día.

En segundo lugar, me gustaría agradecer la gran ayuda que me ha facilitado el profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, D. Antonio Miguel Pérez Romero en la impresión del modelo 3D. Se comprometió a ayudarme a pesar de yo no ser alumno de su escuela y gracias a él, pudo salir adelante la maqueta.

En tercer lugar, me gustaría prestarle una mención especial a mi hermano Carlos, un pilar fundamental en este trabajo, ya que sin su ayuda y sin gran parte de sus consejos, probablemente este proyecto no hubiera sido posible.

Finalmente, agradecer a mis padres el constante apoyo que me han brindado durante todos estos años de estudio en la carrera, que sin duda no han sido fáciles y que saben perfectamente han valido la pena. Sin su apoyo incondicional, no sería la persona que soy ahora.

Gracias.

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es el de buscar una solución global al problema que plantea el cruce por parte de peatones y ciclistas de la autovía A-8058, concretamente resolver la conexión del final de la calle Francisco Manuel Martín González “Paloyo” con el Polígono Alavera, en la localidad de San Juan de Aznalfarache.

El ayuntamiento de San Juan de Aznalfarache presentó la licitación de este proyecto en el mes de octubre de 2017 tras el visto bueno de la Junta de Andalucía. El proyecto de diseño de una pasarela peatonal y ciclista que uniera los tramos anteriormente mencionados, fue encargado por el ayuntamiento a la empresa IDOM. Se trata de una estructura metálica ligera que cuenta con dos rampas de acceso que consigue superar el gálibo de la autopista A-8058 y comunicar ambas zonas de forma sencilla.

Sin embargo, decidimos que, siempre dentro del ámbito de Trabajo de Fin de Grado, se podría realizar una propuesta más ambiciosa y que diera una mayor respuesta a la comunicación entre el mencionado Polígono Alavera y el Barrio Bajo de San Juan de Aznalfarache.

Para ello, este Trabajo propone el diseño de dos pasarelas independientes pero que formen una única solución. La primera de ellas, parte desde el extremo del Parque Valparaíso y aprovecha el desnivel existente para conectar este punto con las inmediaciones del Polideportivo Municipal 1 de Mayo. También desde el Polideportivo, se diseña la segunda estructura que posibilita la conexión del centro deportivo y sus alrededores, con el Polígono Alavera. Además, cuenta con puntos que permiten tanto empezar como abandonar el recorrido de la pasarela gracias al diseño de tres escaleras helicoidales.

De esta forma, conseguimos satisfacer el objetivo básico del proyecto original, pero añadiendo un gran valor adicional ya que, además de funcionalmente enlazar un número mayor de conexiones, aporta un componente paisajístico y fenomenológico de la zona de actuación.

Abstract

The main goal in this Project is to find a global solution to the problem of the crossing of the A-8058 highway for pedestrians and riders, specifically solve the connexion between the end of Francisco Manuel Martín González “Paloyo” and the Alavera industrial estate, both situated in San Juan de Aznalfarache.

The city council of San Juan de Aznalfarache presented the tender to the problem above described, on October 2017 after the approval of the Junta de Andalucía. The project main design is a footbridge for pedestrians and riders that will be able to connect the end of Francisco Manuel Martín González “Paloyo” and the industrial estate. The project was design by an engineering consultancy called IDOM. It is a light-weight steel structure that has two access ramps, that also respects the structure gauge requirement and it simply communicates both places.

Nevertheless, we decided that within the academic field, we could design a better and more ambitious project to solve the connexion problem between the Alavera industrial estate and Barrio Bajo of San Juan de Aznalfarache.

To that end, this Project suggests the design of two independently footbridges that shapes a global solution. The first of them, it begins from Valparaíso park and it takes advantage of the existing slope to connect this point with 1 de Mayo sports center. From the sports center, as well, it begins the design of the second footbridge that connects this point with the Alavera industrial state. Besides, the Project provides a few ways to begin and end the route, due to the design of three spiral staircase.

By this way, we have achieved the main basic aim of the original project, but adding a new additional value because it connects a bigger number of places with a superior landscape interest in the area of operation.

Índice

Agradecimientos	IX
Resumen	XI
Abstract	XIII
Índice	XIV
Índice de Tablas	XVII
Índice de Figuras	XIX
Índice de Planos	XXII
1 La Estética en la Ingeniería Civil. Introducción.	1
2 Antecedentes. Objeto del Proyecto.	5
3 Estado Actual	11
4 Ubicación del proyecto.	13
5 Estudio de Alternativas y Justificación de la Solución Adoptada.	15
5.1 Propuesta IDOM	15
5.2 Propuesta minima distancia	18
5.3 Propuesta definitiva	20
6 Descripción del Proyecto.	23
6.1 Topografía	23
6.1.1 Operaciones realizadas	23
6.1.2 Bases de replanteo	25
6.1.3 Instrumentos utilizados	28
6.2 Geotecnia y geología	29
6.2.1 Encuadre geológico	29
6.2.2 Información geotécnica disponible	30
6.2.3 Niveles geotécnicos	31
6.2.3.1 Relleno y terraplén	31
6.2.3.2 Arcilla limosa marrón de consistencia media	31
6.2.3.3 Arcilla limosa de consistencia muy blanda a blanda	32
6.2.3.4 Limo arenoso marrón de consistencia firme	32
6.2.3.5 Arena limosa media	33
6.2.3.6 Arena con grava	33
6.2.3.7 Grava arenosa	33

6.2.4	Nivel freático	34
6.2.5	Agresividad del agua	34
6.2.6	Caracterización sísmica	35
6.2.6.1	Clasificación de las construcciones	35
6.2.6.2	Aceleración sísmica básica (a_b) y coeficiente de contribución (k)	35
6.2.6.3	Coeficiente de riesgo (ρ)	36
6.2.6.4	Tipo de terreno	36
6.2.6.5	Coeficiente de amplificación del terreno	37
6.2.6.6	Aceleración sísmica de cálculo (a_c)	38
6.2.7	Columna geotécnica de cálculo	38
6.3	<i>Trabajos previos</i>	39
6.4	<i>Trazado geométrico y Reglamento de Accesibilidad</i>	40
6.4.1	Trazado en planta	40
6.4.1.1	Inicio de la pasarela	40
6.4.1.2	Tramo del cruce de la pasarela sobre la Avenida de Europa	41
6.4.1.3	Acceso mediante escaleras helicoidales	42
6.4.1.4	Tramo final de la primera pasarela y comienzo de la segunda, Polígono Municipal 1 de Mayo	43
6.4.1.5	Detalle del cruce sobre la A-8058	45
6.4.1.6	Final de la pasarela.	45
6.4.1.7	Conexión del final de la pasarela con un camino existente	46
6.4.2	Perfil longitudinal	48
6.4.2.1	Propuesta I: una única pasarela recorre la totalidad del trazado	48
6.4.2.2	Propuesta II: dos pasarelas unidas con pendiente máxima del 6%	48
6.4.2.3	Propuesta III: única pasarela que parte desde el punto más elevado del Parque Valparaíso	49
6.4.2.4	Propuesta definitiva: dos pasarelas conectadas con pendiente media del 6 %	49
6.4.3	Sección transversal	51
6.5	<i>Cumplimiento del Decreto 293/2009 de Accesibilidad</i>	52
6.5.1	Artículo 19. Puentes y pasarelas	52
6.5.2	Artículo 22. Rampas	52
6.5.3	Artículo 23. Escaleras	53
6.5.3.1	Acceso personas con movilidad reducida	53
6.5.3.2	Diseño de pasamanos	54
6.6	<i>Descripción de la pasarela detallada por partes</i>	55
6.6.1	Diseño de la estructura de la pasarela y sección transversal propuesta	55
6.6.1.1	Determinar número de cajones necesarios	55
6.6.1.2	Relación canto total – luz de vano	56
6.6.1.3	Descripción de las dimensiones de la sección transversal	57
6.6.2	Material empleado en el diseño de la pasarela	58
6.6.3	Diseño de los pilares y tipología de la cimentación	59
6.6.3.1	Material y geometría de las pilas	59
6.6.3.2	Aspectos a considerar en el diseño del número de pilas necesarias	61
6.6.3.3	Detalle tipología de la cimentación diseñada	62
6.6.3.4	Pernos conectadores	63
6.6.4	Sistema de drenaje	64
6.6.5	Iluminación de la pasarela con tubo LED	64
6.6.6	Diseño de un modelo 3D de la pasarela	65
6.6.7	Impresión de un tramo de la pasarela con impresora 3D	69
BIBLIOGRAFÍA		72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2–1 Uso Terciario de las Unidades de Actuación (UA)	8
Tabla 2–2 Características del Sector 4.1	8
Tabla 6–1 Base de replanteo n° 1	25
Tabla 6–2 Base de replanteo n° 2	26
Tabla 6–3 Base de replanteo n° 3	27
Tabla 6–4 Base de replanteo n° 4	27
Tabla 6–5 Ensayos de penetración dinámica continua y sondeos mecánicos	30
Tabla 6–6 Parámetros geotécnicos arcilla limosa marrón	31
Tabla 6–7 Parámetros geotécnicos arcilla limosa	32
Tabla 6–8 Parámetros geotécnicos limo arenoso	32
Tabla 6–9 Parámetros geotécnicos arena limosa media	33
Tabla 6–10 Parámetros geotécnicos arena con grava	33
Tabla 6–11 Parámetros geotécnicos grava arenosa	34
Tabla 6–12 Informe del ensayo sobre la agresividad del agua	34
Tabla 6–13 Valor de la aceleración básica en relación a la gravedad en la zona objeto de estudio	36
Tabla 6–14 Clasificación de los tipos de terreno según la Norma Sismorresistente NSCE-02	36
Tabla 6–15 Valor medio de los coeficientes obtenidos para cada estrato del terreno	37
Tabla 6–16 Valores de la aceleración básica y el coeficiente adimensional de riesgo	37
Tabla 6–17 Relación de alturas de las pilas	62
Tabla 6–18 Características de los pernos según el RPM-RPX/95	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Mercado de Algeciras (Cádiz). Planta, alzado y cubiertas. Eduardo Torroja Miret, ingeniero y Manuel Sánchez Arcas, arquitecto. 1935	2
Figura 6-26. Puente de las Llamas en Santander. Juan J Arenas, ingeniero. 2011	3
Figura 6-26. Puente de Príncipe de Viana en Lérida. Javier Manterola, ingeniero. 2010	4
Figura 2-1. Clasificación del Suelo P.G.O.U. Adaptación Parcial a la L.O.U.A. (Ley 7/2002) de las N.S.M de San Juan de Aznalfarache	6
Figura 2-2. Sistemas Generales P.G.O.U. Adaptación Parcial a la L.O.U.A. (Ley 7/2002) de las N.S.M. de San Juan de Aznalfarache	7
Figura 2-3. Plan Especial de Reforma Interior de la UA nº13 de las Normas Subsidiarias de San Juan de Aznalfarache	8
Figura 2-3. P.G.O.U. San Juan de Aznalfarache. Documento de Avance (Febrero de 2.008)	9
Figura 2-3. P.G.O.U. San Juan de Aznalfarache. Documento de Avance (Febrero de 2.008)	10
Figura 3-1. Cerramiento de perfiles metálicos tubulares sobre base de hormigón del Sector 4.1 UE-2	11
Figura 3-2. Acceso desde la vía de servicio al viario intermedio de conexión entre las dos unidades de ejecución del Sector 4.1	12
Figura 3-3. Vista de la zona de cruce de la A-8058 y la futura pasarela peatonal	12
Figura 4-1. Vista de la zona de cruce entre la A-8058 y la futura pasarela	14
Figura 4-2. Vista de la zona de cruce entre la A-8058 y la futura pasarela	14
Figura 5-1. Planta de la ubicación de la pasarela propuesta por IDOM	16
Figura 5-2. Sección tipo de la pasarela propuesta por IDOM	17
Figura 5-2. Sección tipo de la pasarela propuesta por IDOM	18
Figura 5-5. Pasarela Plaça del Riu Sec, Cerdanyola del Vallés (Barcelona)	19
Figura 5-6. Pasarela sobre las vías del tren en Sanlúcar la Mayor (Sevilla)	19
Figura 5-6. Planta de implantación de la propuesta definitiva	20
Figura 6-1. Bases del replanteo realizado por la empresa Gestopo Consulting, S.L.	25
Figura 6-2. Base de replanteo nº 1	26
Figura 6-3. Base de replanteo nº 2	26
Figura 6-4. Base de replanteo nº 3	27
Figura 6-5. Base de replanteo nº 4	28
Figura 6-6. Mapa Geológico de España (IGME), hoja 984 (Sevilla)	29
Figura 6-7. Posición de los reconocimientos realizados	30
Figura 6-8. Mapa Sísmico de la Norma Sismorresistente NCSE-02	35
Figura 6-9. Columna geotécnica de cálculo	38

Figura 6-10. Recorte del plano “Detalle del acceso oeste a la pasarela”	41
Figura 6-11. Recorte del plano “Detalle del enlace entre la escalera helicoidal y la pasarela”	42
Figura 6-12. Detalle de la planta de la escalera helicoidal y de la pila de la pasarela	43
Figura 6-13. Recorte plano “Detalle doble acceso a la pasarela junto al Polideportivo Municipal 1 de Mayo”	44
Figura 6-14. Otro recorte plano “Detalle doble acceso a la pasarela junto al Polideportivo Municipal 1 de Mayo”	44
Figura 6-15. Recorte del plano “Detalle del cruce la pasarela con la autovía A-8058”	45
Figura 6-16. Recorte del plano “Detalle del acceso este a la pasarela y conexión con el carril que recorre la ribera del Guadalquivir”	46
Figura 6-17. Otro recorte del plano “Detalle del acceso este a la pasarela y conexión con el carril que recorre la ribera del Guadalquivir”	47
Figura 6-18. Recorte del plano “Detalles del perfil longitudinal” tramo PK 0+000.00 – PK 0+183.00	50
Figura 6-19. Recorte del plano “Detalles del perfil longitudinal” tramo PK 0+183.00 – PK 0+366.00	50
Figura 6-20. Recorte del plano “Detalles del perfil longitudinal” tramo PK 0+366.00 – PK 0+549.00	50
Figura 6-21. Ancho mínimo libre según las Recomendaciones de Diseño de las Vías ciclistas en Andalucía (Julio 2.013)	51
Figura 6-22. Estimación del número de cajones en puentes según la relación del vano con el ancho del tablero	56
Figura 6-23. Dimensiones básicas de una sección viga-cajón	56
Figura 6-24. Sección transversal tipo tipología viga-cajón	57
Figura 6-25. Detalle de la sección transversal del Modelo 3D de la pasarela	58
Figura 6-26. Puente de la Vicaria sobre el río Segura (Albacete). D. Manuel Jódar Martínez, ingeniero. 2007	59
Figura 6-27. Recorte del plano “Sección tipo de la pasarela junto con los pilares”	60
Figura 6-28. Detalle de la pasarela y los pilares en el Modelo 3D de la pasarela	61
Figura 6-29. Recorte del plano “Ubicación de las pilas de la pasarela en perfil longitudinal y en la planta”	62
Figura 6-30. Detalle de la cimentación del recorte del plano “Sección tipo de la pasarela junto con los pilares”	63
Figura 6-31. Detalle del sistema de desagüe y de iluminación en la sección transversal	65
Figura 6-32. Representación 3D de la pasarela con Rhinoceros (1)	66
Figura 6-33. Representación 3D de la pasarela con Rhinoceros (2)	67
Figura 6-34. Representación 3D de la pasarela con Rhinoceros (3)	68
Figura 6-35. Proceso de inicial de impresión 3D	69
Figura 6-36. Resultado de impresión 3D de la estructura principal	70
Figura 6-37. Imagen de la sección transversal del modelo 3D impreso	70

ÍNDICE DE PLANOS

- P.01. SITUACIÓN DEL PROYECTO. PLANTA DE IMPLANTACIÓN
- P.02. NÚCLEOS URBANOS DENTRO DE LA ZONA DE ACTUACIÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN JUAN DE AZNALFARACHE
- P.03. CONEXIÓN DE LA PASARELA CON LOS VIARIOS EXISTENTES DENTRO DE LA ZONA DE ACTUACIÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN JUAN DE AZNALFARACHE
- P.04. DETALLE ACCESO OESTE CRUCE SE-660
- P.05. DETALLE EN PLANTA DEL DOBLE ACCESO POLIDEPORTIVO MUNICIPAL 1 DE MAYO
- P.06. DETALLE EN PLANTA DEL DEL CRUCE SOBRE LA A-8058 EN EL P.K. 2000
- P.07. DETALLE EN PLANTA DEL ACCESO ESTE JUNTO A LA RIBERA DEL GUADALQUIVIR
- P.08. DETALLE EN PLANTA DE LA CONEXIÓN ENTRE LA PASARELA Y LA ESCALERA HELICOIDAL
- P.09. PERFIL LONGITUDINAL - UBICACIÓN DE LAS PILAS EN PLANTA Y DETALLE DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LOS PILARES
- P.10. DETALLES DEL PERFIL LONGITUDINAL
- P.11. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO
- P.12. SECCIÓN TRANSVERSAL Y PILARES TIPO
- P.13. SECCIÓN TRANSVERSAL, PILARES Y ESCALERA HELICOIDAL TIPO
- P.14. DETALLE DEL MODELO 3D Y DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

1 LA ESTÉTICA EN LA INGENIERÍA CIVIL. INTRODUCCIÓN.

*Por primera vez en la historia del arte, la estructura ha
adquirido una personalidad independiente, para poder
apreciar su calidad estética.*

- Eduardo Torroja Miret -

El diseño de una estructura radica en la necesidad de los ingenieros civiles en enfocar su forma de trabajo en una búsqueda de la estética. El cálculo no debe ser el objeto de la investigación principal.

El cálculo es un método analítico de investigación cuantitativa de los esfuerzos que se producen en una determinada estructura bajo la acción de unas cargas. Para poder aplicar este método es necesario determinar de antemano bajo la forma y dimensiones de la estructura sobre la que se va a operar. Esta determinación es el resultado de un acto personal de síntesis creativa, que llamamos diseño, en el que intervienen la imaginación, la intuición, la experiencia y los conocimientos del creador.

Sin embargo, el conocimiento sobre el comportamiento físico de los materiales sometidos a diferentes esfuerzos, del que se ocupa la Resistencia de Materiales, también ha de condicionar al diseñador a la hora de crear estructuras que resulten funcionales a la vez que presenten un comportamiento resistente adecuado.

Otra negación de esa necesaria creación de la forma ingenieril, más sutil pero igualmente confusa, tiende a llamar arquitectura a la obra creativa del ingeniero, o arquitectos a aquellos ingenieros capaces de evidenciar capacidad creativa en sus obras.

Desde el campo de la ingeniería, el Razón y Ser de los tipos estructurales de Eduardo Torroja supuso un verdadero soplo de aire fresco para la profesión de ingeniero civil e ingeniero de caminos, canales y puertos; y tuvo una gran repercusión tanto dentro como fuera de España.

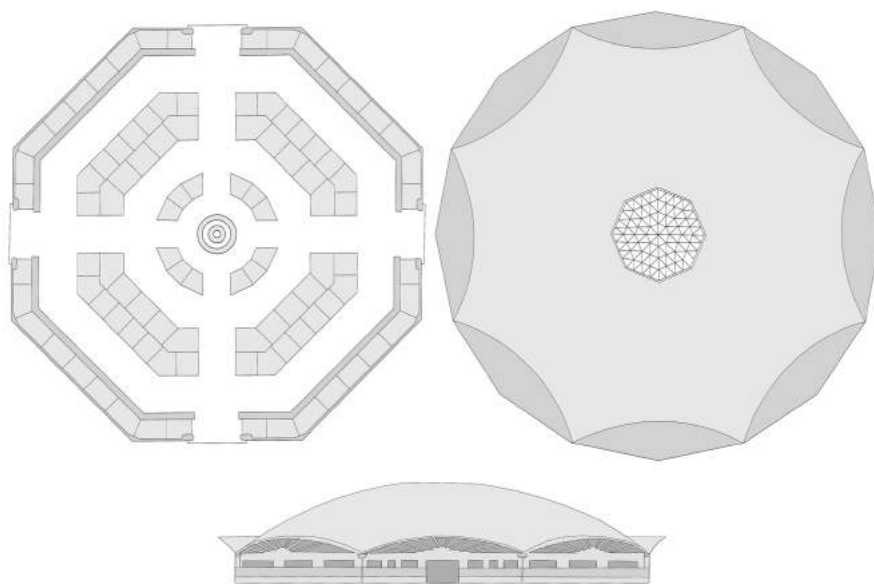


Figura 1-1. Mercado de Algeciras (Cádiz). Planta, alzado y cubiertas. Eduardo Torroja Miret, ingeniero y Manuel Sánchez Arcas, arquitecto. 1935

Como punto de partida de nuestra tarea, se realizó una investigación teórica sobre los problemas del lugar y emplazamiento, orientada a recuperar el sentido de la presencia de la obra en el paisaje. En una segunda fase, se ha elegido una investigación centrada en las ideas de forma y tipo.

Tras el *locus* como entronque en el mundo, se estudian el *tipos* como vehículo de experiencia y conocimientos, y la *forma* como síntesis creativa del diseñador.

El *tipo* es un instrumento de trabajo útil en una amplia gama de tareas que se pueden agrupar en dos grandes áreas, el proyecto o diseño concreto, y la clasificación de conocimientos y experiencias. En ambos casos, el sentido de su utilidad se deriva de las facilidades que ofrece para la consideración de lo construido por medio de la similitud.

En la *ordenación*, el tipo aparece como resultado de un proceso de comparación de soluciones históricas por analogías formales y funcionales donde se identifican una serie de características comunes; sólo así pueden definirse los tipos y nunca como proyectos, definiciones o desarrollos *ex novo*.

El establecimiento de tipos requiere un modo de operar quizás similar al del coleccionista, en la medida en que se entiende el coleccionismo como un recoger y acumular los fenómenos de una misma familia en torno a su centro propulsor, a su núcleo pulsante, y a su principio de reconocimiento que, en último análisis, es como un comparar. Con el coleccionismo se relaciona esencialmente el juicio comparativo que sustrae los objetos de su dispersión empírica y compone el cuadro de sentido, en el cual cada objeto es expresión enciclopédica de toda su propia época.

En cuanto al *diseño*, los caracteres sintetizados por el tipo son retenidos y re-propuestos por el diseñador, en tanto los encuentre compatibles con sus objetivos del proyecto. El tipo se utiliza como esquema morfológico básico y provisional, en torno al cual se organiza la forma. Las preexistencias históricas en él recurrentes ayudan a encaminar la composición inicial hacia una prefiguración satisfactoria para las intenciones del diseñador. No es forma, sino intención o proyecto de forma, y no se limita a una idea morfológica, pues también aporta una anticipación fundamentada de la organización general, los detalles y el proceso constructivo.

Por otro lado, la *forma* creada por el diseñador condensa el ser de la obra en el respeto a la función que la origina, al sitio donde se instala, a la tecnología que garantiza su realización, y a la economía que la hace viable.

El concepto de forma es un componente sustancial de todos los ámbitos del conocimiento, tanto en la ciencia, como en el pensamiento o el arte, y está en la base de los procesos mentales de percibir y conocer. Por ello, sus posibles definiciones suelen ser tautológicas y es mejor acercarse al concepto a través de las diferentes acepciones que ha ido adoptando para adecuarse al modo de pensar de cada época. Para destacar alguno de sus múltiples significados se ha recurrido a palabras como figura, idea, apariencia, estructura o imagen, e incluso se ha mezclado con las palabras modelo o tipo, aquí precisadas de otra manera. Pero, aunque todas tienen sus connotaciones particulares, comparten algo de este principio común que es la forma.

Cuando lo que se analiza es una totalidad construida, las formas percibidas de esa realidad compleja, al movernos en su interior y exterior, se estructuran en torno a una *imagen*, de manera que la visión, la masa, el espacio y la forma concurren en una única estructura percibida. Para que esa imagen se afirme con fuerza, es preciso despojarla de los adheridos, extraer lo esencial que se oculta tras el ornamento y hacerla visible para darle un significado estético.

Actualmente, la imagen ya no se considera una consecuencia de la idea, sino más bien al revés: las ideas son producto de las imágenes. Y las imágenes actúan como *signos* que antes se referían al mundo trascendente de las ideas y ahora se relacionan con otras imágenes.



Figura 1-2. Puente de las Llamas en Santander. Juan J Arenas, ingeniero. 2011

En ese paseo por las sucesivas interpretaciones de idea, tipo, estructura, imagen o signo la forma adquiere perfiles relacionados con los conocimientos y preocupaciones de cada época, pero siempre fue reconocido su importante papel en la apreciación de la obra.

La importancia obvia de la forma en el diseño de los puentes ha sido muchas veces arrumbada en favor de un cierto determinismo. Son frecuentes las opiniones críticas que entienden las formas como producto directo del cálculo o como una especie de manifestación primigenia de los propios materiales o de las técnicas. Hay un cierto afán en considerar las formas de los puentes, y en general de cualquier obra de ingeniería, como algo por completo ajeno al diseñador, a su cultura, y al acto creativo realizado en el propio diseño.

Cada solución, por el mero hecho de ser estructuralmente correcta, puede aspirar a su propia validez estética, pero no se debe confundir lo necesario con lo suficiente. Cuando no es estructuralmente correcta, ni siquiera es solución, sino problema.; y siendo correcta, su forma alcanzará la belleza, la perfección o cualquier otra materialización de la excelencia, en función de las intenciones, la pericia o la suerte, por qué no, de su diseñador. Una vez construida, la solución transformada en obra debe pasar el filtro de la crítica, debe superar la prueba de aceptación por parte de la comunidad profesional. Tras ese primer control, la solución realizada deberá pasar nuevos filtros para convertirse en tipo e inspira, a su vez, nuevas soluciones.

Cuando un diseñador se pone a trabajar en el desarrollo de una nueva forma, todas las formas anteriores de los puentes están presentes ante él. Esa presencia suele organizarse en forma de tipología personal, construida a base de criterios propios para encontrar similitudes y diferencias que permitan intuir o destilar los tipos. Utiliza esos tipos como esquemas-base, sobre los cuales establece nuevas formas impulsadas por su creatividad.

El diseñador crea, pero no parte desde cero. No somos libres frente a las formas del pasado, ni frente a su validez como modelos tipológicos, pues esas formas han absorbido significados durante su devenir. Consecuentemente, habrá que tener en cuenta las formas, tipos y significados del pasado si queremos controlar conceptos que se interpondrán en el proceso creativo, tanto si nos gustan como si no.

Pero el arte de construir puentes es algo más que una mera fabricación, es un acto creativo. Ya maduro y habiendo construido todas sus grandes obras, Eugène Freyssinet repasa su trayectoria y la condensa en una famosa frase: *Nací constructor. La imposición de formas nacidas de mi imaginación en la materia es a la vez una necesidad imperiosa y una fuente inagotable de alegría.* La pulsión esencial de construir encuentra su cauce con el gozo de determinar la forma desde la propia imaginación.



Figura 1-3. Puente de Príncipe de Viana en Lérida. Javier Manterola, ingeniero. 2010

2 ANTECEDENTES. OBJETO DEL PROYECTO.

¿Acaso puede uno pensar que, porque somos ingenieros, la belleza no nos preocupa o que no intentamos construir estructuras, a la vez que sólidas y duraderas, hermosas?

- Gustave Eiffel -

La idea original de la temática del Trabajo de Fin de Grado, nace de la publicación por parte del ayuntamiento de San Juan de Aznalfarache de la licitación del proyecto: Pasarela para acceso peatonal y carril bici entre los sectores 4.1 y UA-13, sobre la autovía A-8058, en el p.k. 2+000, de San Juan de Aznalfarache.

Dicho proyecto tiene por finalidad la definición de las obras necesarias para la ejecución de la pasarela sobre la Autovía A-8058, para la conexión peatonal y mediante carril bici, entre el sector 4.1 (Sector Residencial) y la UA-13 de San Juan de Aznalfarache, situados en ambas márgenes opuestas, a la altura del PK 2+000, de la citada A-8058.

Dichas obras se encuentran incluidas íntegramente en terrenos del Término Municipal de San Juan de Aznalfarache (Sevilla). La autovía A-8058 es una infraestructura con titularidad de la Junta de Andalucía.

El Instrumento de Planeamiento en vigor del municipio de San Juan de Aznalfarache es el Plan General de Ordenación Urbana (P.G.O.U.), Adaptación Parcial a la L.O.U.A. (Ley 7/2002) de las Normas Subsidiarias Municipales de San Juan de Aznalfarache, con aprobación definitiva del 10 de febrero de 2012. En dicho documento se realizó la adaptación parcial del planeamiento vigente en el municipio de San Juan de Aznalfarache, a la ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía, 17 de diciembre de (LOUA) y sus posteriores modificaciones.

El planeamiento vigente en el municipio considerado por el documento de Adaptación parcial queda configurado, por tanto, por el planeamiento vigente original (Texto Refundido de la Revisión de las Normas Subsidiarias (NN.SS.) de Julio de 1.983), las modificaciones puntuales del planeamiento en Suelo Urbano y las modificaciones puntuales del planeamiento en suelo Urbanizable.

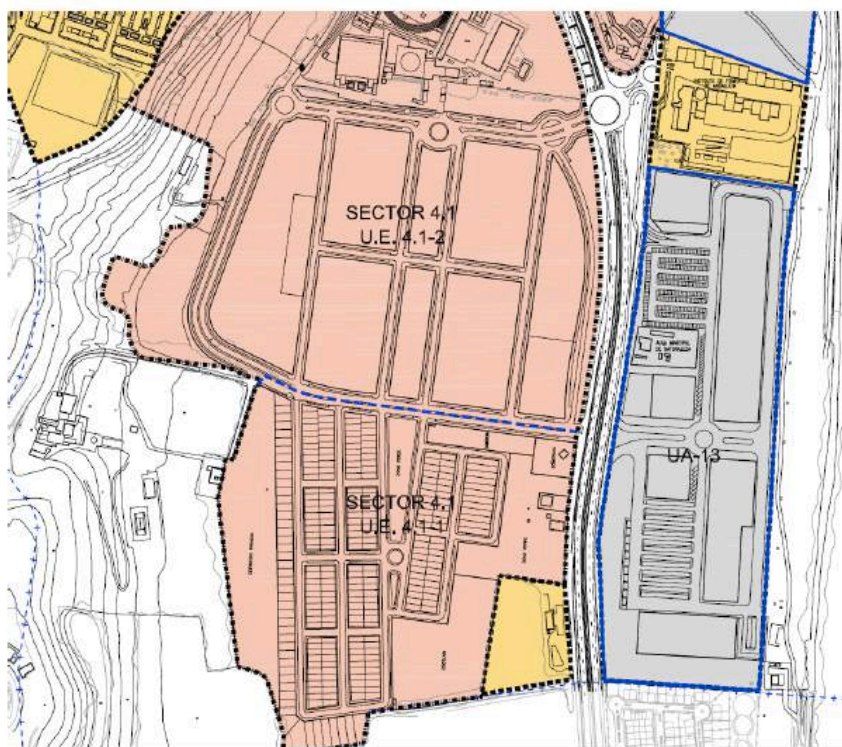
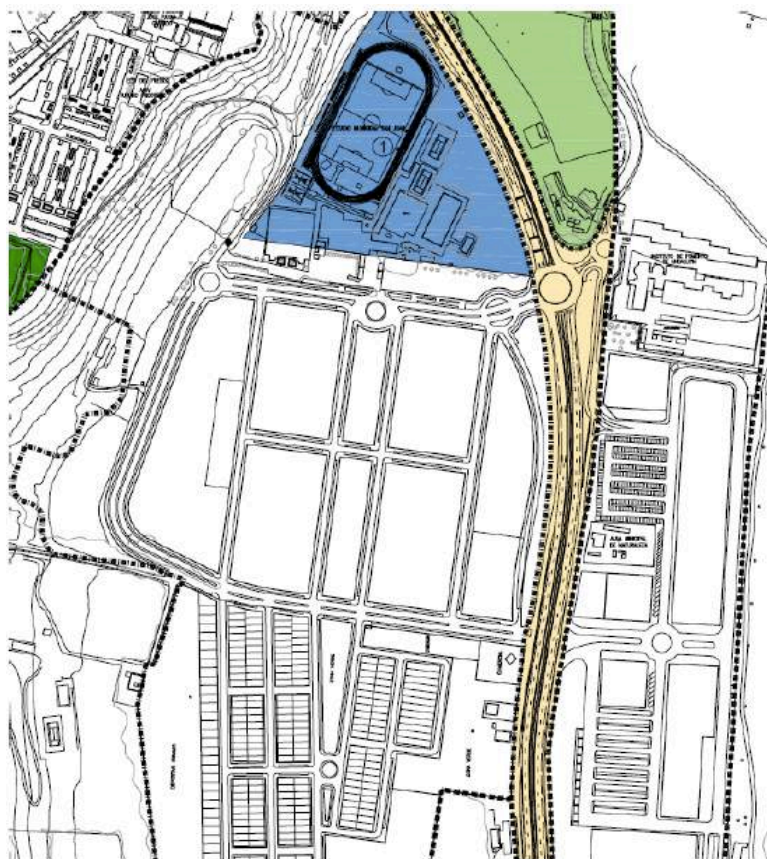


Figura 2-1. Clasificación del Suelo P.G.O.U. Adaptación Parcial a la L.O.U.A. (Ley 7/2002) de las N.S.M de San Juan de Aznalfarache

En el ámbito de localización del proyecto destacan como modificaciones puntuales del planeamiento las dos siguientes:

- En suelo urbano: creación UA-13 (incorporación de suelo no urbanizable a suelo urbano aprobado por la Comisión Provincial de Urbanismo el 27/02/1991 BOP 08/06/1991)
- En suelo urbanizable: nueva delimitación + división de dos sectores 4.1 / 4.2 y respecto al sector 4.1 - UE-2: aumento del número de viviendas y dotaciones.

A fecha de redacción del documento de Adaptación parcial el Sector 4.1 (UE-1 y UE-2); uso global residencial suelo urbanizable, y la UA-13; uso global terciario suelo urbano, eran unidades, ambas aprobadas y en ejecución, en las que se había iniciado el proceso urbanizador.



SISTEMAS GENERALES



Figura 2-2. Sistemas Generales P.G.O.U. Adaptación Parcial a la L.O.U.A. (Ley 7/2002) de las N.S.M. de San Juan de Aznalfarache

La UA-13, situada entre la A-8058 y la ribera del río Guadalquivir, presenta las siguientes características:

Tabla 2–1 Uso Terciario de las Unidades de Actuación (UA)

Sector del Suelo	Superficie m ² s	Edificabilidad total m ² c	Coefficiente Edificabilidad
UA – 10B	17.000	5.950	0,35
UA – 12	7.800	2.730	0,42
UA – 13	95.990	39.838	0,42
UA – HSJ	6.800	6.800	1,00

La unidad de actuación UA-13 se ha desarrollado mediante Plan Especial de Reforma Interior promovido por Construcciones Albora S.A., contando con proyecto de reparcelación así como proyecto de urbanización.

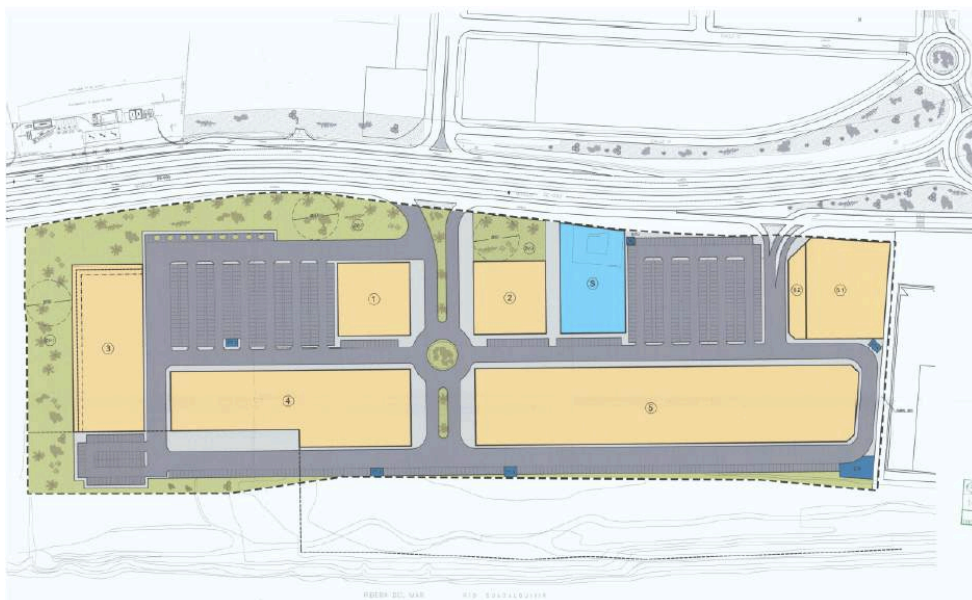


Figura 2-3. Plan Especial de Reforma Interior de la UA nº13 de las Normas Subsidiarias de San Juan de Aznalfarache

Las características del Sector 4.1, ubicado al pie de la cornisa del Aljarafe y la autovía de Coria (A-8058), son las siguientes:

Tabla 2–2 Características del Sector 4.1

Sector del Suelo	Superficie m ² s	Edificabilidad total m ² c	Coefficiente Edificabilidad
Sector 4.1	46.986	125.108	0,40
Sector 6	0	37.936	0,99

El Plan Parcial del Sector 4.1 de las Normas Subsidiarias de Planeamiento de San Juan de Aznalfarache fue promovido por Serman S.L. y por el Instituto Hispánico del Arroz.

Con motivo de la tramitación de la aprobación definitiva de dicho Plan Parcial, el Ayuntamiento de San Juan de Aznalfarache solicita, entre otros, informe a la Comisión Provincial de Ordenación el Territorio y Urbanismo que realiza una serie de observaciones y en concreto, en relación a la obra del presente proyecto, establece que se garantizará que no exista irrupción de peatones en la SE-660 (antigua A-8058) así como informe al Servicio de Carreteras de la Delegación de Sevilla de la Consejería de Obras Públicas y Transportes.

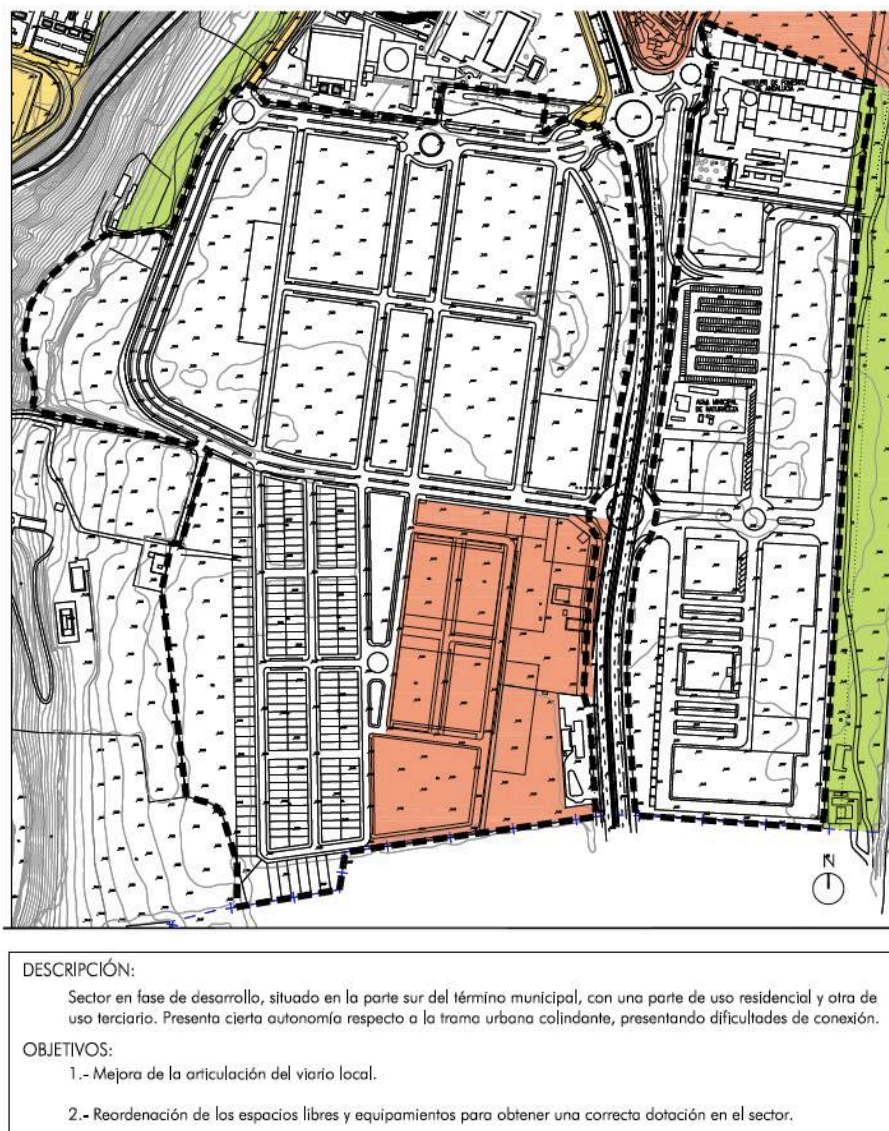


Figura 2-4. P.G.O.U. San Juan de Aznalfarache. Documento de Avance
(Febrero de 2.008)

El pleno del Ayuntamiento que resuelve la Aprobación definitiva del Plan Parcial del Sector 4.1 da conformidad con lo establecido en el informe del Servicio de Carreteras de la Delegación de Sevilla de la Consejería de Obras Públicas y Transportes en relación por técnico competente, en coordinación con el Servicio de Carreteras y con la participación del Plan Parcial del Sector 4.1, del Sector 4.2 y la Unidad de Actuación nº13.

Tras la redacción y presentación del Proyecto del Acceso correspondiente, el Servicio de Carreteras de la Delegación de Sevilla de la Consejería de Obras Públicas y Transportes emite un informe de autorización, de la construcción de dicho acceso, con una serie de condiciones entre las que se encuentra la definición, en otro Proyecto de Construcción, de una pasarela peatonal con el fin de solucionar los problemas de tráfico peatonal.

Es precisamente esta infraestructura la que está pendiente aún de ejecución siendo el objeto del presente proyecto la definición, a nivel constructivo, de la misma.

En el Documento de Avance PGOU de San Juan de Aznalfarache (Febrero 2.008), el sector 4.1 y la UA-13 conforman el Sector Vega Sur.

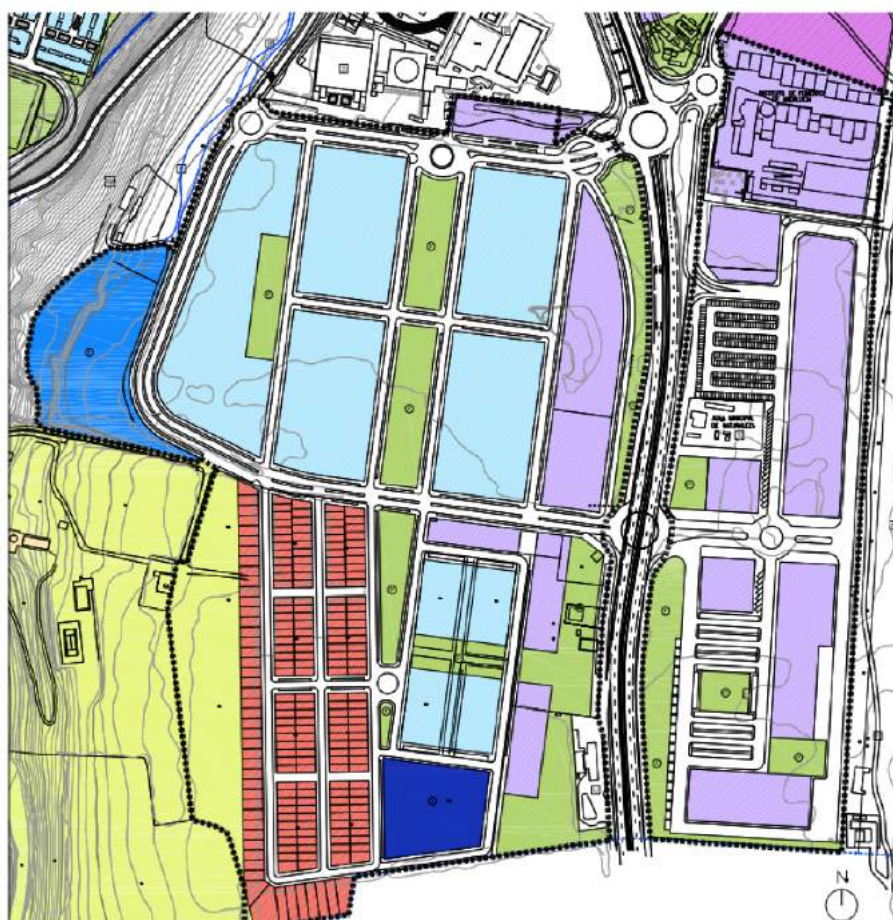


Figura 2-5. P.G.O.U. San Juan de Aznalfarache. Documento de Avance
(Febrero de 2.008)

3 ESTADO ACTUAL

Los puentes tienen historia y son el resultado de ella, la única definición acertada de su esencia.

- Javier Manterola -

No existe en la actualidad conexión que posibilite la comunicación peatonal segura entre el Sector 4.1 (residencial) y la UE-13 (usos terciarios).

El Sector 4.1 UE-2 está delimitado en la fachada lindante con la Autovía A-8058 por un cerramiento de perfiles tubulares metálicos sobre base de hormigón que se interrumpe en los accesos ejecutados en sus extremos: acceso desde glorieta intersección de la A-8058 con calle Francisco Manuel Martín González "Paloyo" y el acceso desde la vía de servicio desde la vía de servicio al viario intermedio de conexión entre las dos unidades de ejecución del sector.



Figura 3-1. Cerramiento de perfiles metálicos tubulares sobre base de hormigón del Sector 4.1 UE-2

La autovía en este tramo cuenta con barreras de contención metálicas delimitando ambas calzadas con cuneta hormigonada, lo que dificulta un posible paso transversal peatonal. Las barreras metálicas se interrumpen en las inmediaciones de la glorieta que da acceso a la Avenida Cuesta de Cross, intersección de la A-8058 con la calle Francisco Manuel Martín González "Paloyo". En esta glorieta es donde actualmente se producen cruces de peatones sin regulación.

En las siguientes imágenes, se puede apreciar claramente el estado actual de los escenarios anteriormente descritos.



Figura 3-2. Acceso desde la vía de servicio al viario intermedio de conexión entre las dos unidades de ejecución del Sector 4.1



Figura 3-3. Vista de la zona de cruce de la A-8058 y la futura pasarela peatonal

4 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

Nunca tendrás más o menos dominio que aquel que tienes sobre ti mismo .

- Leonardo da Vinci -

El presente proyecto está situado en el P.K. 2+000 de la Autovía A-8058 en el término Municipal de San Juan de Aznalfarache. San Juan de Aznalfarache es un municipio español de la provincia de Sevilla, Andalucía, situado junto a la ciudad de Sevilla y que se encuentra a las orillas del Guadalquivir. Su extensión superficial es de 4 km². Se encuentra situado a una altitud de 49 metros y a 4 kilómetros de la provincia, Sevilla.

La actuación se plantea en dos tramos de pasarela ciclista y peatonal diferenciados, que serían los siguientes:

- El primero, parte de la cima del Parque Valparaíso atravesando parte de la Avenida Cuesta de Cross hasta llegar al Polideportivo Municipal 1 de Mayo.
- El segundo, se desarrolla partiendo desde el Polideportivo, atravesando la A-8058 y finalizando el trazado en la parcela existente en la inmediaciones de la empresa Eurocei.

Por tanto, el trazado elegido atravesaría (de este a oeste) la SE-660, la Avenida Cuesta de Cross, la Avenida Francisco Manuel González "Paloyo" y la Autovía A-8058.



Figura 4-1. Vista de la zona de cruce entre la A-8058 y la futura pasarela



Figura 4-2. Vista de la zona de cruce entre la A-8058 y la futura pasarela

5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Nuestros puentes tienen que ser una superación de los anteriores y al mismo tiempo un homenaje a nuestros antecesores.

- Carlos Fernández Casado -

Dentro del estudio de alternativas, hablaremos de tres propuestas principales que describiremos a continuación: la propuesta por parte de la consultoría IDOM, la propuesta de mínima distancia y la propuesta académica sobre la que tersa el grueso del Trabajo de Fin de Grado.

De las tres propuestas abordadas, justificaremos detalladamente la propuesta que consideramos que mejor se adapta a la resolución del problema, siempre dentro del ámbito académico en el que se encuentra este Trabajo de Fin de Grado.

5.1 Propuesta IDOM

Esta propuesta se trata de un proyecto real diseñado por la consultoría de ingeniería civil y arquitectura IDOM, que se encuentra actualmente en fase de licitación por parte del ayuntamiento de San Juan de Aznalfarache.

La pasarela peatonal y ciclista propuesta, logrará conectar la zona del polideportivo Primero de Mayo con el espacio comercial Alavera, sobrevolando la autovía A-8058 de Coria del Río.

La resolución autoriza la construcción de esta pasarela en el punto kilométrico 2,000 de la A-8058 y determina las condiciones de la ejecución de la obra y de la propia pasarela, que no deberá alterar la visibilidad en la zona y tendrá un gálibo de 5,50 metros.

Esta pasarela permitirá salvar la barrera que supone el paso de la A-8058 por San Juan, que no permite el tránsito peatonal y en bicicleta con seguridad entre el parque Alavera y el barrio bajo con la zona de Real de Valdomina y el entorno del Polideportivo Primero de mayo.

El Proyecto de construcción de la pasarela para acceso peatonal y carril bici, elaborado por la empresa IDOM, tiene un presupuesto que se espera que supere en algo los 500.000 euros.



Figura 5-1. Planta de la ubicación de la pasarela propuesta por IDOM

El proyecto propone una solución con las siguientes características:

- Su construcción con vigas metálicas y pavimento de hormigón, más seguro y de más fácil conservación.
- Tendrá un gálibo de 5,50 metros, el legal establecido para este tipo de vías.
- Dispondrá de escaleras y de rampas con una pendiente máxima del ocho por ciento.
- Para garantizar la seguridad, especialmente de las bicicletas, tendrá una barandilla de un metro y medio de altura.
- La solución metálica, por su ligereza y facilidad de montaje, es una solución económicamente muy razonable, escogiéndose perfiles comerciales.
- Facilidad de mantenimiento, ya que los elementos metálicos serán galvanizados y pintados, y la resina epoxi del pavimento es una ejecución bastante duradera.
- Debido a la baja consistencia del terreno (de los niveles arcillosos hasta los 6 m de profundidad) será necesario cimentar la pasarela mediante pilotes.
- El diseño y la localización de la pasarela recogidos en el presente proyecto minimiza la afección a las redes de servicio existentes.
- Para el diseño de la pasarela se han tenido en consideración, las Recomendaciones de Diseño de las Vías ciclistas en Andalucía.

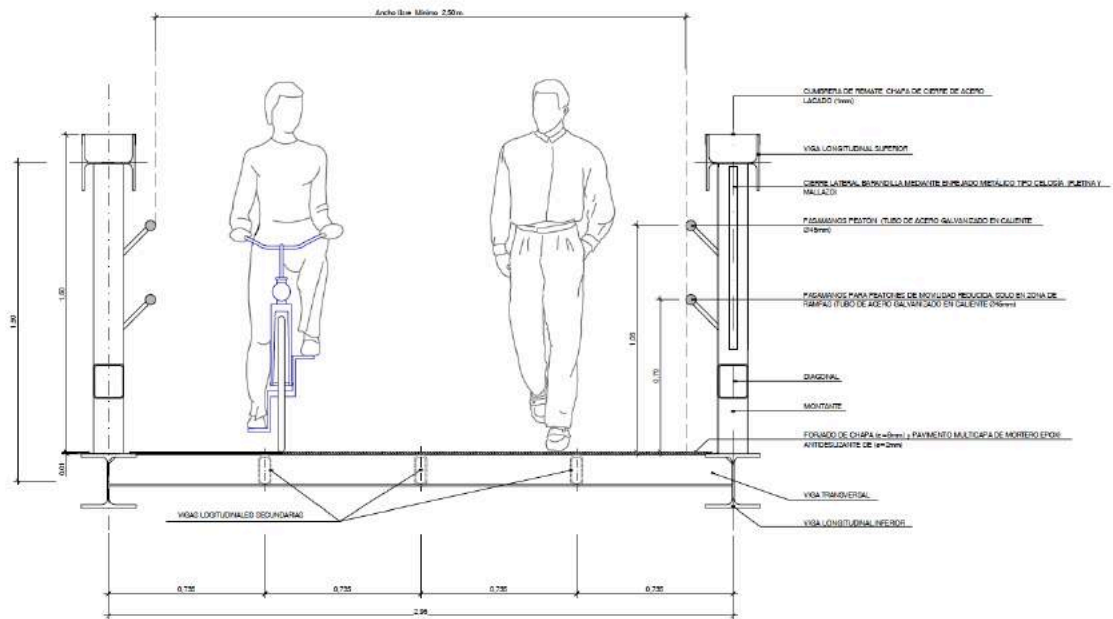


Figura 5-2. Sección tipo de la pasarela propuesta por IDOM

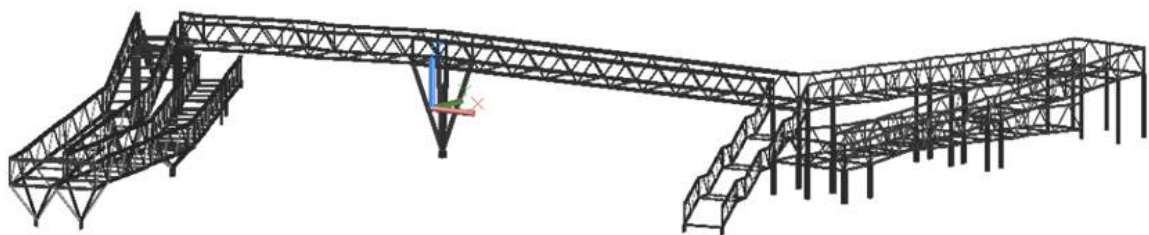


Figura 5-3. Modelo estructural 3D de la pasarela propuesta por IDOM

5.2 Propuesta minima distancia

La segunda propuesta nace de la necesidad de abordar una solución estructuralmente y estéticamente más interesante a la del proyecto de IDOM.

Para ello, evaluamos la posibilidad de trazar la pasarela empleando una ubicación prácticamente idéntica a la del proyecto real, salvo que el extremo este de la pasarela finaliza sobre un pequeño jardín perteneciente a la empresa Eurocei.

La condición del gálibo de 5,50 metros sobre este tipo de vías, es la restricción geométrica más importante a tener en cuenta con esta posible solución. Debido al muy limitado espacio, esta propuesta no permite un diseño donde, desde la cota del terreno se vaya ganando altura progresivamente hasta la cota límite del gálibo. Por otro lado, al tener que ser la pasarela accesible, otra limitación es la pendiente máxima del 8% en todo su recorrido.

Para ello, planteamos la posibilidad de realizar el trazado "bloque a bloque", de forma que gracias a una escalera helicoidal junto a un ascensor en cada extremo de la pasarela, se podría solucionar el problema obteniendo un diseño de la estructura principal de mínima longitud, siendo la alineación del tablero totalmente recta.



Figura 5-3. Sección tipo de la pasarela propuesta por IDOM

Entre los requisitos de los proyectos, se encontraba también garantizar la accesibilidad a las personas con movilidad reducida y respetar el gálibo libre bajo la pasarela y los puntos de arranque de las rampas de acceso.

Algunos ejemplos de pasarelas diseñadas recientemente en España solucionan restricciones de espacio similares a las de esta propuesta.



Figura 5-4. Pasarela Plaça del Riu Sec, Cerdanyola del Vallés (Barcelona)



Figura 5-5. Pasarela sobre las vías del tren en Sanlúcar la Mayor (Sevilla)

5.3 Propuesta definitiva

Esta tercera propuesta se basa en que, la construcción de una pasarela constituye una oportunidad para añadir un elemento que incremente el valor paisajístico y fenomenológico del entorno, dotándole de un nuevo paseo evocador y de un mirador inédito.

El proyecto se centra en el objetivo de conectar adecuadamente, tal como establecen las bases del proyecto, el Sector 4.1 (Uso Residencial) y la UA-13. Además, consideramos fundamental que este proyecto además conecte el núcleo urbano de San Juan de Aznalfarache con el Sector 4.1 y la UA-13. Este cambio de objetivos, condiciona notablemente la localización de la nueva pasarela así como su trazado.

Por tanto, decidimos abordar la propuesta evitando drásticamente la limitación de espacio que producía el ejecutar la pasarela sobre las zonas contiguas a la A-8058. De esta forma conseguimos abordar una propuesta totalmente diferente a las anteriores y que nos posibilitara una mayor radio de actuación al proponer deshacernos del reducido espacio de actuación de las dos propuestas anteriores.

De esta forma, el extremo Oeste de la pasarela se encuentra sobre el Parque Valparaíso, un reciente parque construido en la ladera de la Cuesta del Cross, que une San Juan de Aznalfarache con la zona de Simón Verde de Mairena. El trazado continuaría atravesando la Avenida Cuesta de Cross y la Avenida Francisco Manuel Martín González "Paloyo". Una vez atravesadas ambas avenidas, cruzaría cerca de la rotonda la Autovía A-8058 hasta llegar al Polígono Alavera. El extremo Este de la pasarela se sitúa sobre la parcela de aparcamientos de la empresa Eurocei, que sería necesario expropiar.



Figura 5-6. Planta de implantación de la propuesta definitiva

A continuación, se enumeran los puntos de partida que justifican la solución desarrollada:

5.3.1 Funcionalidad de la solución

Se plantea el diseño de una pasarela elevada, conectada con rampas y con la incorporación de escaleras en algunas zonas destacadas.

El trazado permite obtener una pendiente menor al 6% aprovechando el desnivel al que se encuentra el parque Valparaíso. Por tanto, no será necesario ganar cota en el tramo Oeste y la pasarela irá progresivamente disminuyendo su cota hasta terminar a la cota de la superficie del suelo en su extremo Este.

5.3.2 Condicionantes geométricos

En el diseño de la estructura se respeta el gálibo que exige la Norma 3.1-IC de Trazado de Marzo de 2.015, resultando un Gálibo vertical mínimo de 5,50 metros sobre la Autovía A-8058.

La pasarela deberá mantener en todo su trazado una pendiente máxima del 8%.

5.3.3 Integración del entorno

Diseñada de manera integral, en la que forma, solución estructural y sistema constructivo se conciben como un todo indivisible, y donde la claridad, la discreción y la sensibilidad con el paisaje son sus rasgos más destacados.

El acero corten con un color rojizo natural, se va integrando muy bien en el entorno.

5.3.4 Economía de la solución

La solución de cajón metálico, por su ligereza y facilidad de montaje, es una solución económicamente razonable.

Además, la principal ventaja del uso del acero corten es económica, ya que el uso de este material reduce los costos iniciales y los costos de mantenimiento. Si bien el costo del material bruto puede ser superior al de otros tipos de acero, el no tener que invertir en un sistema de protección contra la corrosión (tal como un sistema de pintura) significa una reducción de los costos iniciales, pues el costo de un sistema de pintura corresponde aproximadamente al 10% del costo de la estructura de acero.

5.3.5 Facilidad de mantenimiento

Al no requerirse la aplicación de la pintura también se reduce el tiempo total de construcción y los costos de mantenimiento directos (tales como la aplicación de pintura periódicamente) e indirectos derivados de la interrupción o desvío del tráfico para realizar las labores de mantenimiento. Los gastos de mantenimiento indispensables son la inspección periódica y la limpieza para comprobar que el desempeño del puente es adecuado, no obstante, estas dos actividades se deben realizar en cualquier tipo de puente.

5.3.6 Ventajas ambientales

También se puede considerar que la eliminación de la pintura posee ventajas ambientales tales como la reducción de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) asociados al uso de la pintura a base de aceite, las cuales son peligrosos contaminantes del aire.

Otro beneficio ambiental es que se evita la disposición de los desechos contaminados de la limpieza abrasiva.

5.3.7 Trabajos de conservación

El uso de acero corten es favorable en zonas donde el acceso para efectuar las labores de mantenimiento es difícil o peligroso y el costo de aplicar un sistema de protección puede ser elevado.

5.3.8 Criterios de accesibilidad

El diseño se ha realizado cumpliendo los criterios del Decreto 293/2009, 7 de Julio, Normas para la Accesibilidad en las Infraestructuras, el Urbanismo, la Edificación y el Transporte en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

5.3.9 Criterios geotécnicos

Debido a la baja consistencia del terreno (de los niveles arcillosos hasta los 6 metros de profundidad) será necesario cimentar la pasarela mediante pilotes y diseñar en estructura la longitud completa de las rampas.

5.3.10 Condicionante espacial

La limitación de espacio de la propuesta del proyecto realizado por la empresa IDOM se soluciona a través de un mayor recorrido en el trazado de la pasarela que permite conectar un núcleo urbano importante con el Polígono Alavera.

5.3.11 Servicios afectados

El diseño y localización de la pasarela recogidos en el presente proyecto minimiza la afección a las redes de servicios existentes.

En concreto, evita la afección la tubería de abastecimiento de 600 milímetros de Fibrocemento de EMASESA, Arteria Ribereña, red de transporte de abastecimiento a las poblaciones de Gelves, Coria del Río y La Puebla de Río. Dicha tubería discurre paralelamente a la A-8058 y antes de llegar a la glorieta que da acceso a la Avenida Cuesta de Cross, cruza la semi-calzada de la autovía y la mediana central para proseguir su trazado por la Avenida de Coria.

5.3.12 Diseño de vía ciclista

Para el diseño de la pasarela se han tenido en consideración, debido al uso compartido que se le requiere como vía ciclista, las Recomendaciones de Diseño de las Vías ciclistas en Andalucía (Julio de 2.013) para el establecimiento de la anchura libre mínima de paso y la altura de protección lateral.

6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

No busco ser entendido, busco ser libre.

- Santiago Calatrava -

En este capítulo se aborda de manera global, los puntos claves que permiten detallar las características más importantes que definen el proyecto de la pasarela peatonal y ciclista proyectada. Se realiza por tanto a continuación, una descripción de los aspectos más relevantes del diseño de la pasarela peatonal.

Comenzaremos con una descripción de los aspectos topográficos que han sido facilitados a través de la consultora de ingeniería IDOM, que fueron realizados por la empresa Gestopo Consulting, S.L. Gracias al valor de esta información, se ha podido analizar la influencia topográfica en el trazado de la solución definitiva.

6.1 Topografía

El presente apartado tiene por objeto describir los trabajos de topografía realizados que sería necesarios para el proyecto de construcción de la pasarela peatonal y ciclista.

Gracias a los datos facilitados por IDOM, podemos analizar un levantamiento topográfico de la zona cercana a la glorieta de intersección de la A-8058 con la Avenida Francisco Manuel Martín González "Paloyo", encargado a la empresa Gestopo Consulting, S.L.

6.1.1 Operaciones realizadas

La toma de datos para el topográfico se ha basado en la conexión con la R.A.P. en la antena de Sevilla.

Los parámetros utilizados son:

- Datum: WGS84
- Geoide: Iberian 2008
- Huso: 29

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO

Estación permanente de Sevilla

(Fecha última actualización: 13/05/2016)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: SEVI **NOMBRE:** Sevilla
ID DE RED: 0004 **Nº IERS DOMES:** 13457M001
PROVINCIA: Sevilla **MUNICIPIO:** Sevilla
HOJA MTN-50: 984

UBICACIÓN: Hospital Vigil de Quiñones.
C/ Del Sargento Manuel Olmo Sánchez, s/n. C.P.: 41013 – Sevilla.

CONSTRUCCIÓN Soporte metálico cilíndrico de 1.15 m. de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico y fijado a un pilar del edificio en la cubierta.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR25 **ANTENA:** LEIAT504 LEIS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Paroscientific MET3
REGISTROS: Presión, humedad y temperatura

COORDENADAS ETRS-89

CARTESIANAS

X(m): 5049343,966 **Y(m):** -528173,576 **Z(m):** 3848026,888

GEODÉSICAS

	DECIMAL	SEXAGESIMAL
LATITUD:	37,345706670	37° 20' 44,54401" N
LONGITUD:	-5,971560528	5° 58' 17,61790" O

H ELIPS (m): 102,960

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 236772,616
Y UTM 30 (m): 4137366,752

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Economía y Conocimiento
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja.
41092 Sevilla. España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento>



Figura 6-1. Bases del replanteo realizado por la empresa Gestopo Consulting, S.L.

6.1.2 Bases de replanteo

Aunque el trabajo se ha basado en la conexión a la R.A.P. se han implantado varias bases en el ámbito de trabajo.

En la Figura 6-1., se observa que las bases de replanteo se posicionaron alrededor de la rotonda que se encuentra ubicada en la intersección entre la A-8058 y la Avenida Francisco Manuel Martín González “Paloyo”.

Tabla 6-1 Base de replanteo nº 1

Coordenadas	Valor
X	763346.620
Y	4138395.873
Z	7.066

En la siguiente fotografía se detalla la localización de la Base de replanteo nº 1, incluyendo los instrumentos utilizados para realizar dicha actividad.



Figura 6-2. Base de replanteo nº 1

Tabla 6-2 Base de replanteo nº 2

Coordenadas	Valor
X	763362.019
Y	4138151.006
Z	6.753

Observaciones: Esta base ha sido materializada fuera de la zona de actuación.



Figura 6-3. Base de replanteo nº 2

Tabla 6-3 Base de replanteo nº 3

Coordenadas	Valor
X	763422.134
Y	4138540.173
Z	6.710



Figura 6-4. Base de replanteo nº 3

Tabla 6-4 Base de replanteo nº 4

Coordenadas	Valor
X	763362.019
Y	4138151.006
Z	6.753



Figura 6-5. Base de replanteo n° 4

6.1.3 Instrumentos utilizados

El material topográfico utilizado para toma de datos en campo ha sido un GPS de precisión de la marca **Geomax 25**.

El programa para la gestión de datos en campo es el **Topview** y para los cálculos topográficos y dibujo del proyecto ha sido **Protopo**.

Topview permite trabajar con una amplia lista de marcas y modelos de Estaciones Totales, Estaciones Totales Robotizadas, y GPS (Geomax, Leica, Topcon, Trimble, AshTech, Sokkia, Javad, Thales, Altus, Stonex, CHC, Hi-Target, Foif, etc.), permitiendo la compatibilidad total de los datos entre los distintos dispositivos.

Permite la configuración y gestión de los equipos GPS con total operatividad.

Protopo es un programa de topografía que trabaja bajo AutoCAD y BricsCAD, desarrollado en Visual .NET con C++ y C, con las librerías ARX, (AutoCAD Runtime eXtension) y BRX, (BricsCAD Runtime eXtension), lo que permite una integración completa con los dos sistemas CAD, que aumenta la velocidad y optimización de todos los procesos de dibujo y cálculo.

Como buen programa de topografía contiene herramientas para importar/exportar todo tipo de datos, entre los distintos programas y formatos, existentes en el mercado, tanto de observaciones, coordenadas, modelos digitales del terreno, perfiles longitudinales y transversales, trazado en planta, seccion tipo, etc.

6.2 Geotecnia y geología

El presente apartado incluye el informe geotécnico que sería necesario para la definición y caracterización de la cimentación de la pasarela.

En primer lugar, se hace una breve descripción del encuadre geológico de la zona de actuación sobre la que se realiza el proyecto y se detalla la información geotécnica disponible de un proyecto anterior realizado por la empresa AXAN. En segundo lugar, se caracteriza en un nivel de detalle superior, los niveles geotécnicos que teóricamente forman la base sobre la que se apoyaría la futura cimentación de la pasarela y se sitúa el nivel freático dentro de esta clasificación. En tercer lugar, se realiza un pequeño estudio de la agresividad del agua y se realizan los cálculos necesarios para obtener la caracterización sísmica. Finalmente, como resultado se obtiene la columna geotécnica de cálculo.

6.2.1 Encuadre geológico

Basándonos en el Mapa Geológico de España (IGME), hoja nº 984 (Sevilla), podemos establecer, que la zona de estudio, se encuentra situada dentro del dominio geológico de la Cuenca del Guadalquivir, asociada a las Cordillera Béticas y que se desarrolla de manera simultánea a la formación del orógeno.

La Cuenca (o Depresión) del Guadalquivir constituye una gran fosa rellena por sedimentos terciarios marinos y cuaternarios continentales. Ocupa un área extensa del territorio andaluz y presenta una morfología sub-triangular, alargada en la dirección ENE-OSO y por ella discurre el río más importante de la Comunidad, que toma el mismo nombre.

A partir de la Hoja nº 984 (Sevilla) del Mapa geológico de España (IGME), podemos establecer que la zona donde se ubicará la pasarela se caracteriza por materiales miocenos y cuaternarios. Los materiales miocenos se encuentran constituidos por margas azules del Tortonense, como base o sustrato litológico en las proximidades de la ciudad de Sevilla, y por alternancia de limos y margas, limos arenosos y calcarenitas, en las zonas del Aljarafe y los Alcores.

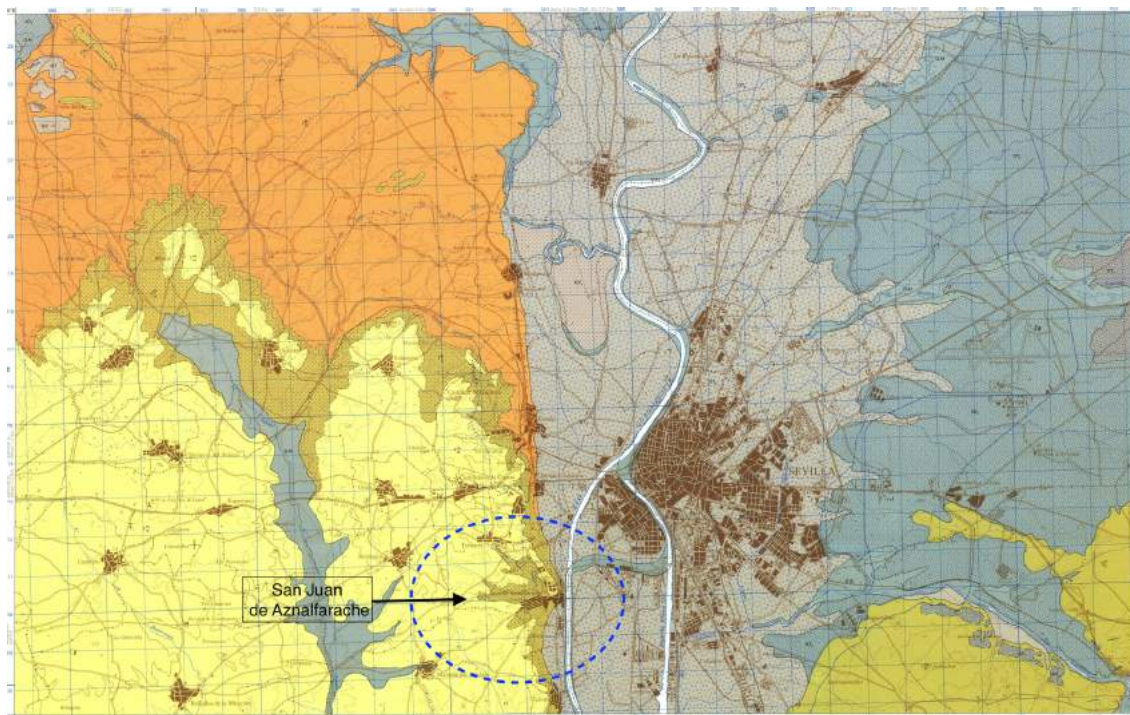


Figura 6-6. Mapa Geológico de España (IGME), hoja 984 (Sevilla)

6.2.2 Información geotécnica disponible

Para la realización del estudio geotécnico de la cimentación de la pasarela peatonal, se dispone del informe geotécnico incluido en el “Anteproyecto de pasarela para acceso peatonal y carril bici” en San Juan de Aznalfarache. Dicho informe fue realizado por la empresa AXAN para el proyecto de construcción de unas edificaciones en el Parque Comercial “Alameda” en San Juan de Aznalfarache.

Se realizaron, para la redacción de dicho informe, dos ensayos de penetración dinámica continua y dos sondeos mecánicos de las siguientes características:

Tabla 6-5 Ensayos de penetración dinámica continua y sondeos mecánicos

Reconocimiento	Longitud (m)
S-1	25,00
S-2	6,00
P-1	22,60
P-2	24,20



Figura 6-7. Posición de los reconocimientos realizados

Dicho informe geotécnico justifica como adecuada la cimentación adoptada de pilotes prefabricados e hincados.

Si bien se considera que, debido a que la pasarela peatonal se encuentra a una distancia similar, incluso algo superior del cauce del Río Guadalquivir, el perfil geotécnico será similar, a la hora de considerar la columna geotécnica de cálculo debe tenerse en cuenta que se apoya en reconocimientos geotécnicos realizados con otro objetivo y a cierta distancia.

6.2.3 Niveles geotécnicos

En base a los reconocimientos disponibles, se distinguen seis niveles geotécnicos.

En este apartado, se caracterizan los niveles geotécnicos a través de su espesor, consistencia, resistencia, ángulo de rozamiento, cohesión, densidad y coeficiente de balasto. Estos parámetros han sido obtenidos a través de ensayos geotécnicos principalmente los SPT y DPSH.

6.2.3.1 Relleno y terraplén

Este nivel de relleno presenta un espesor en los reconocimientos realizados, de entre 0,80 y 1,30 m. Se presenta como un albero o limo arenoso marrón amarillento, derivado de la actividad antrópica en la zona.

6.2.3.2 Arcilla limosa marrón de consistencia media

Este nivel se ha detectado bajo el anterior, con un espesor de entre 0,60 y 2,00 m.

Las muestras extraídas en los sondeos que fueron analizadas indican un porcentaje de finos comprendido entre 59 y 78 %, y una plasticidad entre nula y moderada. Además, se han obtenido densidades aparentes entre 1,71 y 1,94 t/m³.

Las muestras se han clasificado, según Casagrande, como limos de baja plasticidad (ML).

Para caracterizar la resistencia de este nivel se dispone de dos ensayos de corte directo así como los golpes de los distintos ensayos de penetración (SPT y DPSH). En los primeros, se obtienen valores para la cohesión de entre 0,20 y 0,23 kg/cm², y de 23° para el ángulo de rozamiento. El único ensayo SPT realizado en este nivel ha dado 22 golpes, mientras que los golpes en los DPSH oscilan entre 4 y 7 golpes.

A partir de todo esto, se puede concluir que este nivel está constituido por un suelo de naturaleza cohesiva y consistencia media, al que se asignan los siguientes parámetros geotécnicos:

Tabla 6–6 Parámetros geotécnicos arcilla limosa marrón

Parámetro	Valor
Ángulo de rozamiento	$\phi = 22^\circ$
Cohesión efectiva	$c' = 15 \text{ kPa}$
Cohesión sin drenaje	$c_U = 20\text{-}30 \text{ kPa}$
Densidad aparente	$\gamma_{\text{aparente}} = 18,5 \text{ kN/m}^3$
Coeficiente de balasto horizontal	$K_H = 1.500 \text{ t/m}^3$

6.2.3.3 Arcilla limosa de consistencia muy blanda a blanda

Este nivel subyace al anterior, y presenta unas características granulométricas y de plasticidad similares, si bien tiene una consistencia muy inferior.

Se observa un espesor comprendido entre 2,20 y 3,70 m, por lo que alcanza hasta profundidades de entre 5,20 y 5,50 m. Al igual que el nivel anterior, ha sido clasificado según Casagrande como un limo de baja plasticidad, con un contenido de finos del 88 %.

Los golpes de los ensayos SPT oscilan entre 1 y 2 golpes, y los DPSH entre 0 y 7 golpes, con valores medios de 2-3 golpes.

Por todo esto, los suelos de este nivel se describen como una arcilla limosa de consistencia de muy blanda a blanda, asignándosele los siguientes parámetros:

Tabla 6–7 Parámetros geotécnicos arcilla limosa

Parámetro	Valor
Ángulo de rozamiento	$\phi = 20^\circ$
Cohesión efectiva	$c' = 10 \text{ kPa}$
Cohesión sin drenaje	$c_u = 10\text{-}12 \text{ kPa}$
Densidad aparente	$\gamma_{\text{aparente}} = 18 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente de balasto horizontal	$K_H = 1.500 \text{ t/m}^3$

6.2.3.4 Limo arenoso marrón de consistencia firme

Este nivel presenta en los distintos reconocimientos un espesor de entre 6,20 y 8,20 m. Se describe como un limo arenoso o arena limosa marrón.

Las muestras analizadas indican un porcentaje de finos variable entre 15 y 75 %, con plasticidad nula en todos los casos. Estos resultados implican que estos suelos se hayan clasificado según Casagrande como arenas limosas o limos de baja plasticidad.

Para caracterizar la resistencia de este nivel, junto los golpes de los SPT y los DPSH, se dispone de un ensayo de corte directo que indica un valor de 5 kPa para la cohesión y 24° para el ángulo de rozamiento interno. Los ensayos de penetración dan golpes comprendidos entre 9 y 13 en el caso de los SPT y entre 4 y 12 en el de los DPSH, siendo estos valores coherentes entre sí.

Se caracteriza este nivel como un limo arenoso de consistencia firme con los siguientes parámetros geotécnicos:

Tabla 6–8 Parámetros geotécnicos limo arenoso

Parámetro	Valor
Ángulo de rozamiento	$\phi = 25^\circ$
Cohesión efectiva	$c' = 10 \text{ kPa}$
Densidad aparente	$\gamma_{\text{aparente}} = 19 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente de balasto horizontal	$K_H = 4.000 \text{ t/m}^3$

6.2.3.5 Arena limosa media

Estas arenas se observan en el sondeo S-1 y en los dos ensayos de penetración a profundidades entre 11,80 y 13,80. En el sondeo se describen como una arena limosa grisácea con lentes arcillosas.

Solo se realizaron ensayos de laboratorio sobre una de las muestras, obteniéndose un porcentaje de finos de 16 % y una plasticidad nula.

Los ensayos SPT han dado golpes de 1, 12 y 20, mientras que los ensayos DPSH dan golpes algo superiores, comprendidos entre 12 y 30 golpes, aumentando con la profundidad.

Por tanto, este nivel presenta un comportamiento granular, con una compacidad media, considerándose los siguientes parámetros:

Tabla 6-9 Parámetros geotécnicos arena limosa media

Parámetro	Valor
Ángulo de rozamiento	$\phi = 26^\circ$
Cohesión efectiva	$c' = 5 \text{ kPa}$
Densidad aparente	$\gamma_{\text{aparente}} = 20 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente de balasto horizontal	$K_H = 5.000 \text{ t/m}^3$

6.2.3.6 Arena con grava

Este nivel constituye una transición hasta las gravas de la terraza. Se observa con un espesor de 3 m en el sondeo S-1 y entre 3,80 y 3,20 m en los ensayos de penetración.

En los ensayos de penetración se observa un incremento brusco en los golpes, pasando de los 12-30 del nivel anterior a golpes medios de 45. El ensayo SPT ha dado 26 golpes.

No se dispone de ensayos adicionales para caracterizar este nivel, por lo que se describe como una arena con grava y compacidad densa, considerando los siguientes parámetros:

Tabla 6-10 Parámetros geotécnicos arena con grava

Parámetro	Valor
Ángulo de rozamiento	$\phi = 32^\circ$
Cohesión efectiva	$c' = 5 \text{ kPa}$
Densidad aparente	$\gamma_{\text{aparente}} = 20 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente de balasto horizontal	$K_H = 10.000 \text{ t/m}^3$

6.2.3.7 Grava arenosa

Se trata del nivel granular grueso de la terraza del Guadalquivir, y está compuesto por gravas arenosas sub-redondeadas. Se observa en el sondeo a partir de 21,50 m y en los ensayos de penetración a profundidades de 21,80 y 22,60.

Los ensayos DPSH han obtenido el rechazo en este nivel, con golpes superiores a 70. Se dispone de un ensayo SPT en el que se obtuvo 50 golpes.

A partir de todo esto, se consideran los siguientes parámetros:

Tabla 6–11 Parámetros geotécnicos grava arenosa

Parámetro	Valor
Ángulo de rozamiento	$\phi = 35^\circ$
Cohesión efectiva	$c' = 0 \text{ kPa}$
Densidad aparente	$\gamma_{\text{aparente}} = 20 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente de balasto horizontal	$K_H = 18.000 \text{ t/m}^3$

6.2.4 Nivel freático

El nivel freático se ha detectado en los dos sondeos realizados a profundidades de 4.84 y 5.20 m de profundidad.

A efectos de los siguientes cálculos se considerará una **profundidad media de 5.00 m**.

6.2.5 Agresividad del agua

Se realizó un análisis de aguas extraídas en el sondeo, obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla 6–12 Informe del ensayo sobre la agresividad del agua

Análisis del agua según EHE		Grado de agresividad		
Parámetro	Valor	Débil (Q_A)	Medio (Q_B)	Fuerte (Q_C)
Valor del pH	7,0	6,5-5,5	5,5-4,4	< 4,5
Magnesio (mg/L)	34,0	300-1000	1000-3000	> 3000
Amonio (mg/L)	0,3	15-30	30-60	> 60
Sulfato (mg/L)	799,3	200-600	600-3000	> 3000
CO ₂ agresivo (mg/L)	2,7	15-40	40-100	> 100
Residuo seco (mg/L)	1888,0	75-150	50-75	< 50
Cloruros (mg/L)	112,5	-	-	-

El agua presenta un **grado de agresividad** medio hacia el hormigón, debido al contenido en sulfatos, definiéndose una **clase de exposición Qb**.

Además, según lo indicado en el apartado 37.3.5 de la EHE-08, el **cemento** deberá ser **resistente a los sulfatos**.

6.2.6 Caracterización sísmica

Para la consideración de la peligrosidad sísmica en la zona de estudio, nos basaremos en la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), publicada en el B.O.E el 11 de Octubre de 2002.

Dicha norma incluye un mapa de peligrosidad sísmica, que suministra la aceleración sísmica básica a_b para cada punto del país.



Figura 6-8. Mapa Sísmico de la Norma Sismorresistente NCSE-02

El cálculo de las acciones sísmicas según dicha Norma, se realizará en base a los siguientes parámetros: clasificación de las construcciones, aceleración sísmica básica, coeficiente de contribución, coeficiente de riesgo, tipo de terreno, coeficiente de amplificación del terreno y aceleración sísmica de cálculo.

6.2.6.1 Clasificación de las construcciones

Las construcciones se clasifican en función del uso al que se destinan.

Para este caso se considera que esta **construcción es de normal importancia**.

6.2.6.2 Aceleración sísmica básica (a_b) y coeficiente de contribución (k)

Es un parámetro que depende de la localización geográfica de la parcela dentro del territorio nacional. La aceleración sísmica básica se expresa en función de la aceleración de la gravedad.

El valor de la aceleración sísmica básica expresada en relación al valor de la gravedad en la zona objeto de estudio es:

Tabla 6–13 Valor de la aceleración básica en relación a la gravedad en la zona objeto de estudio

Municipio	a_b/g	Coef. de contribución (k)
San Juan de Aznalfarache	0,07	1,1

En esta tabla se incluyen también los valores del coeficiente de contribución k, que tiene en cuenta la influencia en la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma.

6.2.6.3 Coeficiente de riesgo (ρ)

Es un coeficiente adimensional que depende de las características de la construcción y del periodo de vida para el que se proyecta. Para el caso de pasarelas, la norma establece que se trata de una construcción de importancia normal y toma el valor de $\rho = 1,00$.

6.2.6.4 Tipo de terreno

El terreno se clasifica según su naturaleza, su compacidad y su consistencia. Se consideran los 30 m de terreno situados por debajo de la superficie.

Según la citada norma, pueden clasificarse en cuatro tipos, cada uno de ellos con un valor diferente de C.

Tabla 6–14 Clasificación de los tipos de terreno según la Norma Sismorresistente NSCE-02

Clasificación	Tipo de material	Velocidad propagación ondas elásticas	Coeficiente (C)
Terreno Tipo I	Roca compacta	$V_s > 750 \text{ m/s}$	1,0
	Suelo cementado		
	Suelo granular muy denso		
Terreno Tipo II	Roca fracturada	$750 \text{ m/s} > V_s > 400 \text{ m/s}$	1,3
	Suelo cohesivo duro		
	Suelo granular		
Terreno Tipo III	Suelo cohesivo firme a muy firme	$400 \text{ m/s} > V_s > 200 \text{ m/s}$	1,6
	Suelo granular compacidad media		
Terreno Tipo IV	Suelo granular suelto	$V_s < 200 \text{ m/s}$	2,0
	Suelo cohesivo blando		

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e_1 , e_2 , e_3 y e_4 de los tipos de terreno I, II, III y IV, respectivamente, existentes en los primeros 30 m bajo la superficie, adoptándose como C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i .

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30} \quad (6-1)$$

En nuestro caso podemos considerar lo siguiente:

Tabla 6–15 Valor medio de los coeficientes obtenidos para cada estrato del terreno

Espesores	Tipo de terreno	Coeficientes (C)
0,00-5,40 m	Terreno tipo IV	2,0
5,40-22,00 m	Terreno tipo III	1,6
22,00-30,00 m	Terreno tipo II	1,3

Por tanto se tiene un **coeficiente C** global de valor **1,59**.

6.2.6.5 Coeficiente de amplificación del terreno

Depende de la aceleración sísmica básica y del coeficiente adimensional de riesgo.

Tabla 6–16 Valores de la aceleración básica y el coeficiente adimensional de riesgo

Rango de valores	Valor de S
$\rho \cdot a_b < 0,1g$	$S = C/1,25$
$0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$	$S = C/1,25 + 3,33 [\rho \cdot a_b/g - 0,1](1 - C/1,25)$
$0,4 < \rho \cdot a_b$	$S = 1,0$

En nuestro caso, se obtiene el siguiente valor dado por la primera de las expresiones de la tabla anterior:

$$S = \frac{C}{1,25} = 1,27 \quad (6-2)$$

6.2.6.6 Aceleración sísmica de cálculo (a_c)

Es la aceleración sísmica a utilizar en todos los cálculos. Se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b \quad (6-3)$$

En nuestro caso:

$$a_c = 1,27 \cdot 1,00 \cdot 0,07g = 0,089g \quad (6-4)$$

Es obligatoria la aplicación de dicha norma por ser la aceleración sísmica de cálculo, a_c superior a 0,06g; siendo g la aceleración de la gravedad.

6.2.7 Columna geotécnica de cálculo

A partir de la clasificación realizada en el apartado 6.2.6. Niveles Geotécnicos, se ha calculado y representado la columna geotécnica de cálculo necesaria para valorar los diferentes estratos del terreno y poder diseñar el sistema de cimentación adecuado para la estructura.

A efectos de cálculo, se considerará la siguiente columna geotécnica de cálculo:

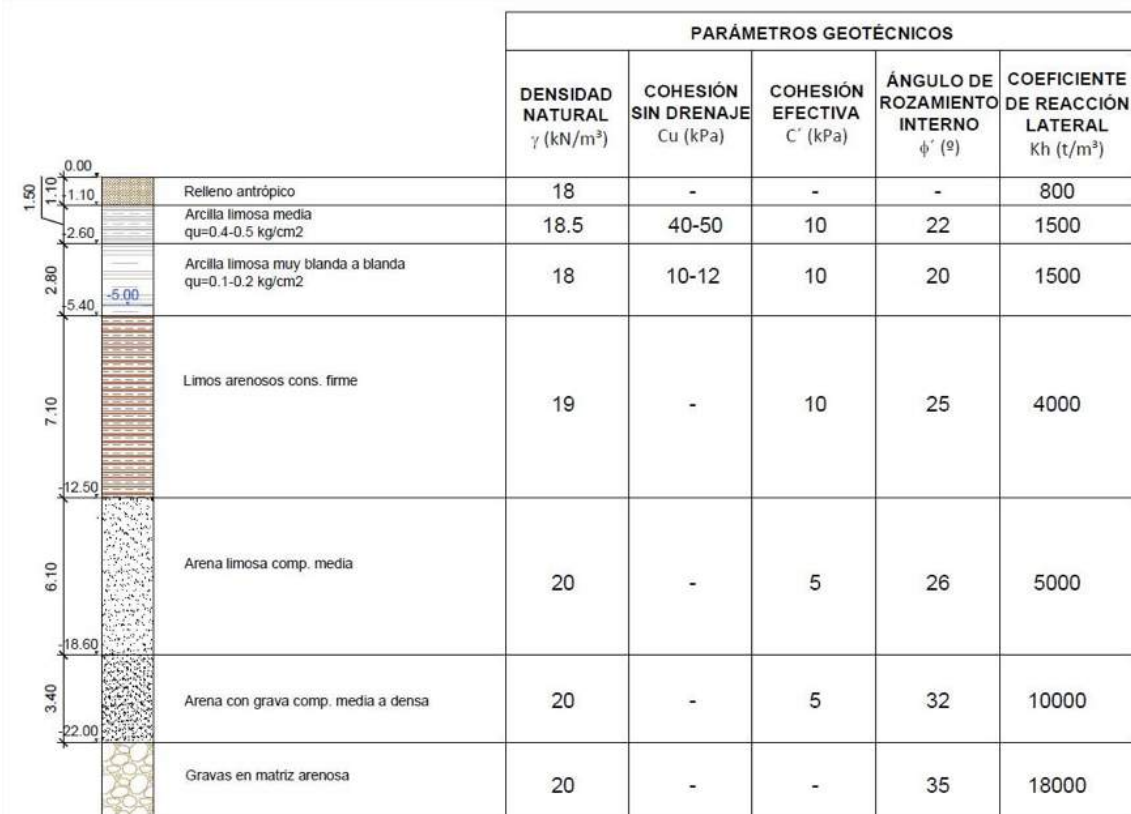


Figura 6-9. Columna geotécnica de cálculo

6.3 Trabajos previos

Al inicio de los trabajos se realizarán una serie de actuaciones en la obra con objeto de liberar de afecciones los terrenos sobre los que se implantará la Pasarela, entre los que se enumeran los siguientes:

- Acotaciones de los recintos de obra.
- Despeje y desbroce de terreno.
- Retirada de pavimento de gravilla blanca y de césped artificial.
- Eliminación de árboles y arbustos afectados.
- Demolición de cerramiento existente en zona de conexión del acerado de acceso Oeste con el acerado existente de la Avda. de Europa.
- Desmontaje de los servicios afectados y reposición de los mismos.
- Demolición de cerramiento existente en la intersección de la pasarela con el parque Valparaíso.
- Desbroce de la vegetación existente a lo largo del tramo de la Avenida Cuesta de Cross y Francisco Manuel Martín González sobre el que discurre la pasarela.
- Expropiación de la parte de la parcela perteneciente a la empresa Eurocei que actualmente es un pequeño jardín y parte de un aparcamiento para camiones.
- Señalización adecuada durante de la construcción del paso de cebra existente junto a la rotonda que divide el tramo de la Avenida Cuesta de Cross y Francisco Manuel Martín González.

6.4 Trazado geométrico y Reglamento de Accesibilidad

Se verifica en este apartado el cumplimiento del Decreto 293/2009, de 7 de julio, por el que se aprueba el Reglamento que Regula las Normas de Accesibilidad en las Infraestructuras, el Urbanismo, la Edificación y el Transporte en Andalucía. Más concretamente los artículos:

- Artículo 19. Puentes y pasarelas.
- Artículo 22. Rampas.
- Artículo 23. Escaleras.

En esta sección se define, además del trazado de la pasarela peatonal, el de los caminos de acerado de acceso a la pasarela desde el acerado existente.

Se describe en los siguientes apartados el trazado geométrico de la pasarela sobre la A-8058 y de la pasarela que atraviesa el parque Valparaíso, además de los acceso a la pasarela, definiendo las características en planta, alzado y sección tipo.

Los criterios de diseño que se han utilizado han tenido en cuenta el Decreto 293/2009 de 7 de julio que regula las Normas de Accesibilidad en Andalucía mencionado anteriormente.

6.4.1 Trazado en planta

Se han empleado alineaciones rectas y curvas durante el trazado en planta de la pasarela.

Estas alineaciones al no tener cambios bruscos en la curvatura y presentar radios elevados permiten el diseño de un trazado que cumple lo especificado en la norma.

En el recorrido en planta de la pasarela podemos destacar varias zonas:

6.4.1.1 Inicio de la pasarela

Se trata de la parte del trazado de la pasarela situada más al oeste.

En esta zona se plantea la conexión de la pasarela con el carril existente peatonal que conecta con la población de San Juan de Aznalfarache, en concreto el comienzo de la Avenida Cuesta de Cross.

El objetivo de esta conexión es la de posibilitar a los habitantes del municipio que puedan acceder fácilmente al comienzo de la pasarela que les conduce directamente al Polideportivo Municipal 1 de Mayo o continuando todo el trazado, hasta el Polígono Alavera.

La conexión permite además a los viandantes y ciclistas continuar con el recorrido descendente de la Avenida de Cross sin interceder en el paso de los que realizan el recorrido ascendente de la pasarela.

Además, en el principio de la Avenida de Cross existe un paso de cebra bien definido que permitiría cruzar adecuadamente la acera de la Calle Ciauriz donde existe ya un carril bici. Si continuamos recorriendo esta calle, entraríamos en el término municipal de Mairena del Aljarafe.

De esta forma conseguiríamos enlazar completamente tanto por medio de vía ciclista como peatonalmente, el suroeste de San Juan de Aznalfarache y el sureste de Mairena del Aljarafe con el tramo de inicio de la pasarela.

Dentro de los planos que se encuentran adjuntados a este documento, en el plano “Detalle del acceso oeste a la pasarela” se encuentra representada gráficamente la solución abordada en este apartado.



Figura 6-10. Recorte del plano “Detalle del acceso oeste a la pasarela”

6.4.1.2 Tramo del cruce de la pasarela sobre la Avenida de Europa

En este primer tramo descendente se atravesaría el parque Valparaíso en su totalidad hasta volver a conectar con la Avenida Cuesta de Cross.

La trazado de la pasarela es paralelo al tramo final de la Avenida Cuesta de Cross (tramo entre las dos rotondas una vez atravesado el Parque Valparaíso) y a la Avenida Francisco Manuel Martín González "Paloyo" en su totalidad.

Se plantea como localización de la pasarela, la zona de vegetación existente entre el acerado y el carril bici ya que recorre el recorrido en su totalidad. Destacar que en esta parte del trazado, se cruza transversalmente la Avenida de Europa.

La condición de gálibo para este tipo de vías se cumple de acuerdo a la altura elevada de la que parte de la pasarela y de la suave pendiente entre el 6-8% elegida para el trazado de este tramo descendente.

En los planos que se encuentran adjuntados a este documento, en el plano “Detalle del acceso oeste a la pasarela” se encuentra representada gráficamente la solución abordada en este apartado.

6.4.1.3 Acceso mediante escaleras helicoidales

Con el objetivo de dotar de una mayor accesibilidad a los viandantes de la pasarela, se proyecta la existencia de tres escaleras helicoidales que permitan conectar la pasarela con los vecinos de las urbanizaciones de la Calle Múnich y Calle Edimburgo, además de facilitar el apeo de ciclistas y principalmente peatones en un punto del Polígono Alavera

La primera escalera helicoidal de acceso, se encuentra muy próxima a la parada del autobús M-154, que conecta con las poblaciones de Camas, Mairena del Aljarafe, Tomares y la ciudad de Sevilla. De esta forma se conecta la pasarela con la vía ciclista ya existente que recorre la Avenida Europa en su totalidad, consiguiendo una mayor utilidad e integración de los carriles bici de la zona.

También, se dotará a los ciclistas y peatones de una forma de abandonar o de unirse a la pasarela dando acceso a la calle Ámsterdam y la Avenida Europa, mediante una segunda escalera helicoidal. Esta escalera se encuentra en el lado oeste del cruce de la A-8058.

Finalmente se proyecta una tercera escalera helicoidal, esta se ubica en el extremo este del segundo tramo de la pasarela del cruce de la A-8058. Esta tercera, permitiría el apeo a viandantes en las inmediaciones del Polígono Alavera.

En los planos que se encuentran adjuntados a este documento, en el plano “Detalle del enlace entre la escalera helicoidal y la pasarela en planta” se representa gráficamente la solución abordada en este apartado.

También se adjunta un pequeño detalle a menor escala, de la escalera helicoidal en su trazado en planta.

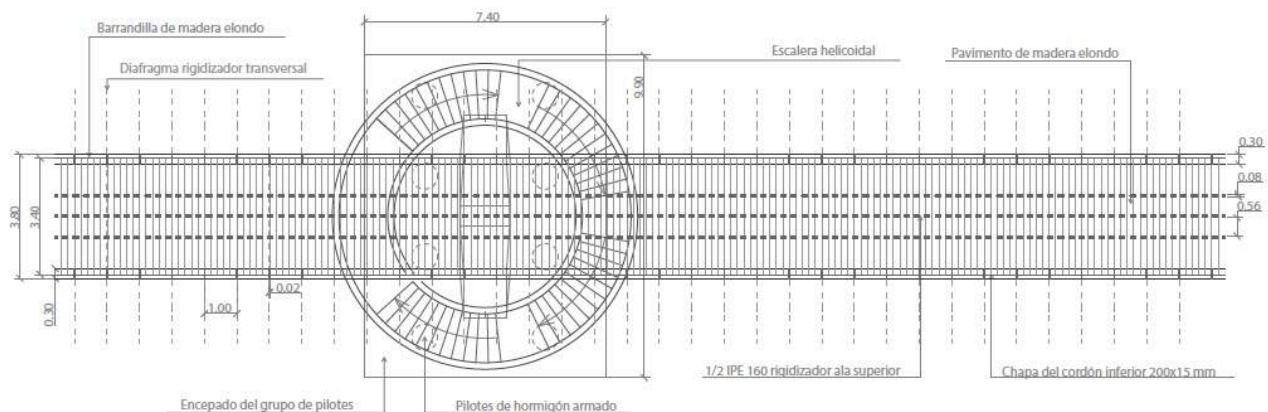


Figura 6-11. Recorte del plano “Detalle del enlace entre la escalera helicoidal y la pasarela”

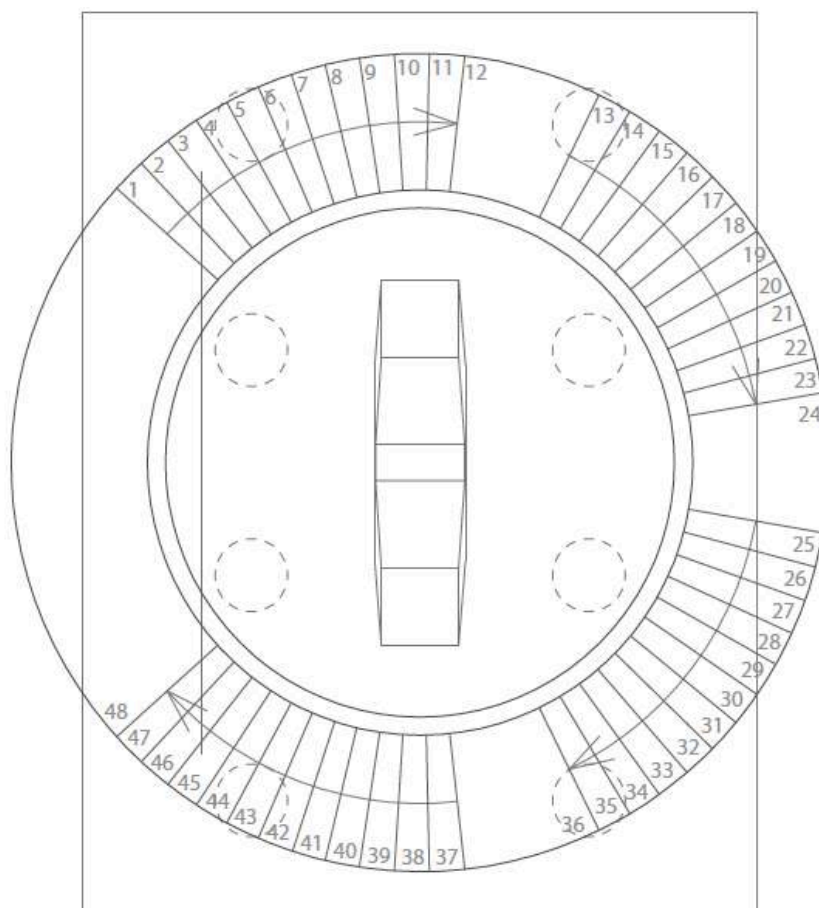


Figura 6-12. Detalle de la planta de la escalera helicoidal y de la pila de la pasarela

6.4.1.4 Tramo final de la primera pasarela y comienzo de la segunda, Polígono Municipal 1 de Mayo

Esta zona se proyecta de forma que el primer trazo de la pasarela acaba con un tramo que desciende hasta la cota del terreno. Se sitúa entre el final de la Avenida Cuesta de Cross y el comienzo de la Avenida Francisco Manuel Martín González "Paloyo".

Esta conexión permitiría a los usuarios de la pasarela continuar con su trayecto hasta el polígono Alavera simplemente cruzando el paso de cebras y continuando con su camino.

También, permite a los peatones y ciclistas que deseen usar la pasarela y que se encuentren en el Polideportivo Municipal 1 de Mayo o que vivan en las urbanizaciones de la zona, el acceso directo a la misma con la posibilidad de dirigirse tanto a la población de San Juan como al polígono Alavera.

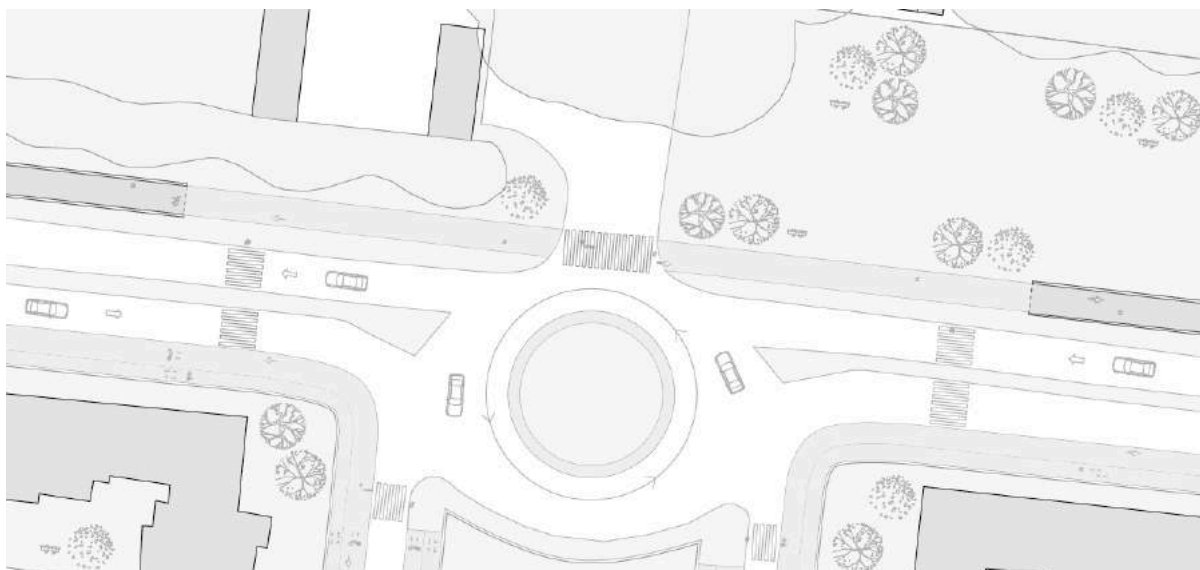


Figura 6-13. Recorte plano “Detalle doble acceso a la pasarela junto al Polideportivo Municipal 1 de Mayo”

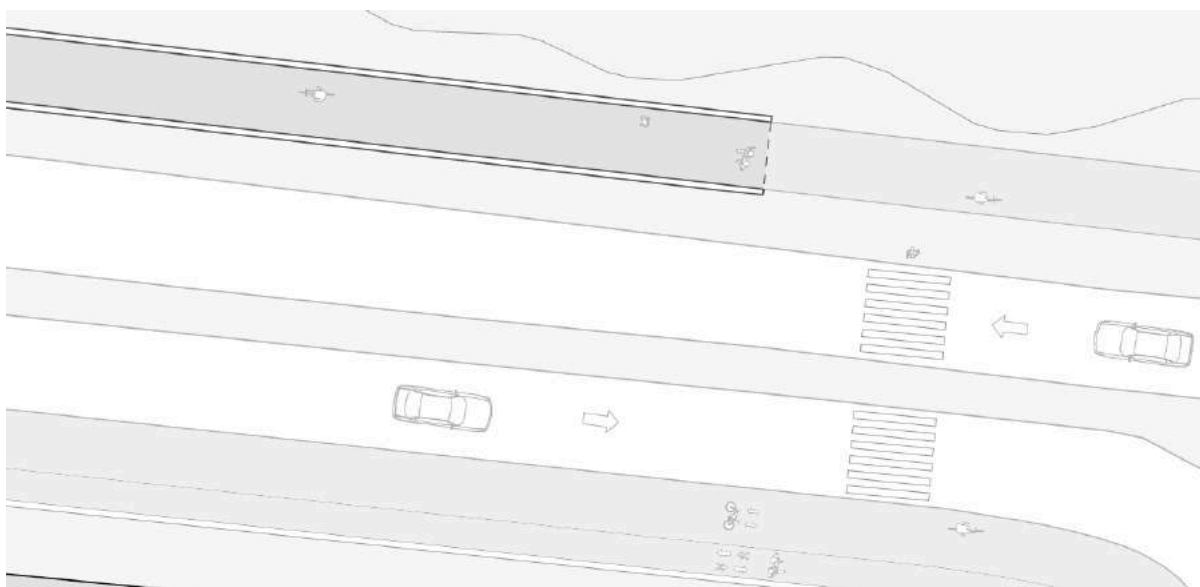


Figura 6-14. Otro recorte plano “Detalle doble acceso a la pasarela junto al Polideportivo Municipal 1 de Mayo”

6.4.1.5 Detalle del cruce sobre la A-8058

En este tramo del trazado en planta, la pasarela comienza a ascender desde el comienzo de la Avenida Francisco Manuel Martínez González "Paloyo" de forma que se alcanza altura suficiente para cumplir las condiciones de gálibo para el cruce de la A-8058, es decir, un gálibo de cinco metros y medio.

La altura de la pasarela seguirá aumentando con una pendiente máxima del 6 %, alcanzando la altura máxima de este trazo de la pasarela en la mitad del cruce de la autovía.

Una vez alcanzada la altura máxima y habiendo superado el gálibo de la A-8058, la pasarela comienza a descender con la altura suficiente para atravesar también transversalmente el tramo de la SE-660 y entrar en las inmediaciones del polígono Alavera.



Figura 6-15. Recorte del plano “Detalle del cruce la pasarela con la autovía A-8058”

6.4.1.6 Final de la pasarela.

El tramo final desciende tras superar la zona de intersección de la pasarela con la A-8058 hasta alcanzar la cota del terreno en la parcela contigua al norte del polígono Alavera.

Actualmente, es parte de una zona de aparcamientos de Eurocei, Centro Europeo de Empresas e Innovación. Sin embargo se propone expropiar esta porción de la pasarela adecuada para la finalización de la pasarela.

La adecuación de los terrenos de esta parcela permitiría conectar a los viandantes y ciclistas de la pasarela con el Polígono Alavera, centro comercial con numerosas posibilidades de ocio, deportivas y comerciales.

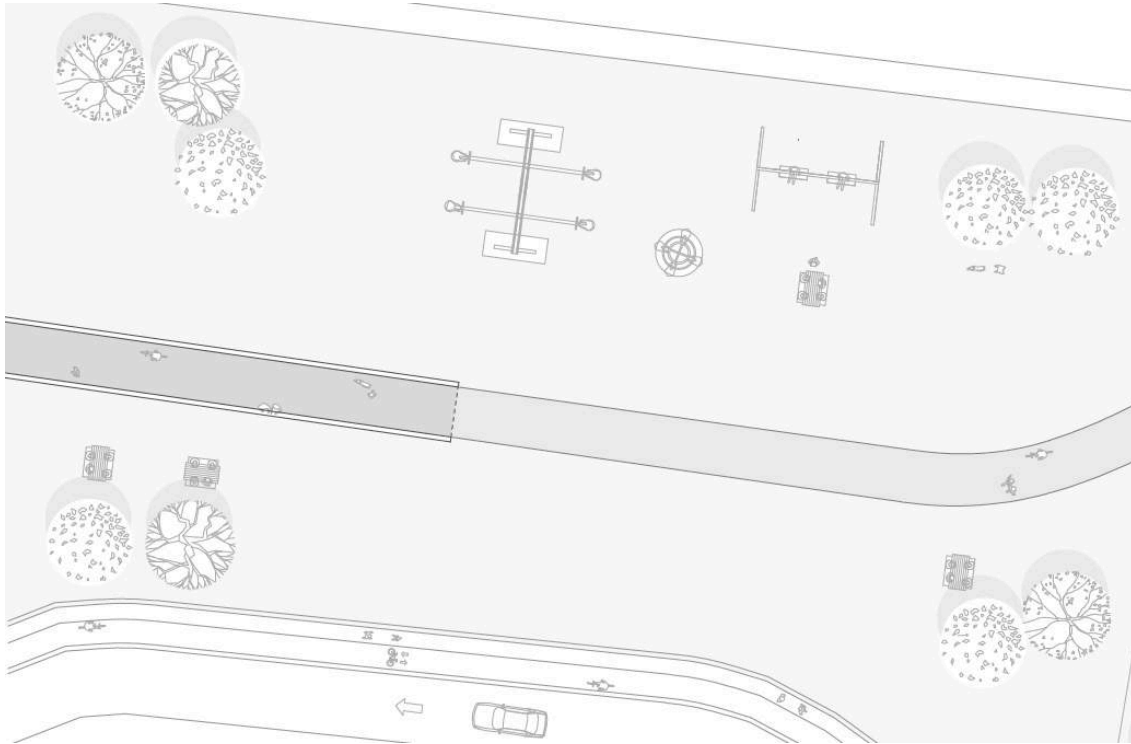


Figura 6-16. Recorte del plano “Detalle del acceso este a la pasarela y conexión con el carril que recorre la ribera del Guadalquivir”

6.4.1.7 Conexión del final de la pasarela con un camino existente

Se ha diseñado un tramo de carril ciclo-peatonal que conduce desde la conexión con el polígono Alavera, hasta un carril que discurre paralelamente a la ribera del río Guadalquivir.

Este carril conduce hasta el Paseo Fluvial Virgen del Carmen. Sin embargo, actualmente no existe un acceso directo con el Polígono Alavera que se encuentre bien definido.

El objetivo de esta conexión es dotar a la pasarela de una mayor capacidad de conexión y de aprovechamiento del entorno, ya que la ribera del río Guadalquivir se presenta como un lugar idóneo para realizar actividades deportivas, pasear o disfrutar de todo su recorrido en bici.

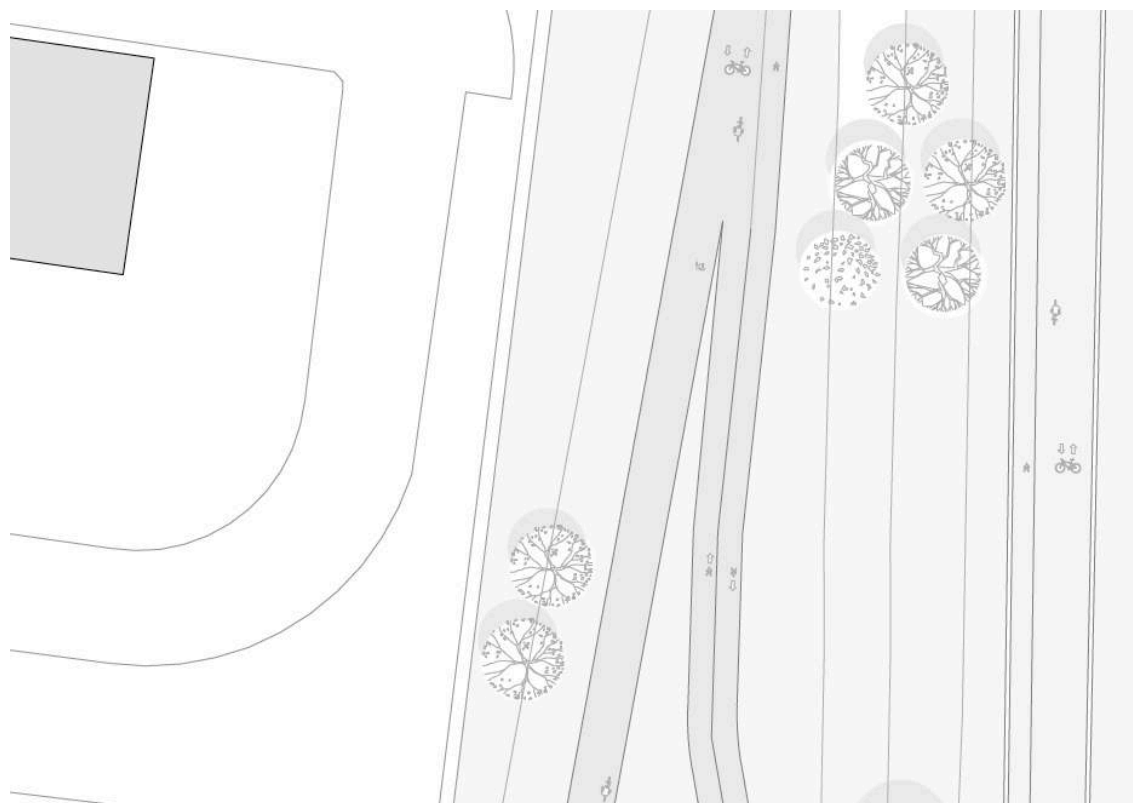


Figura 6-17. Otro recorte del plano “Detalle del acceso este a la pasarela y conexión con el carril que recorre la ribera del Guadalquivir”

6.4.2 Perfil longitudinal

Para el diseño del perfil longitudinal, se realizó un estudio de alternativas con el objetivo de satisfacer las siguientes restricciones en el diseño:

Rampa:

- Pendiente máxima empleada:
 - 6 % en la mayor parte del trazado.
 - 8 % en algunos tramos de forma puntual.
- Longitud máxima en proyección horizontal con pendiente máxima: 9,00 m
- Distancia máxima entre zonas de descanso: 9,00 m
- Longitud mínima mesetas (descansillo) entre rampas: 1,50 m

Escaleras:

- Número máximo de peldaños: 10
- Altura máxima de tabica: 16 cm
- Mínima huella de peldaño en proyección horizontal: 30 cm

De esta forma, se realizó un estudio de alternativas del perfil longitudinal. Estas diferentes propuestas, como se detalla a continuación, varían en función del punto arranque / final de la pasarela, las variación de las pendientes, la existencia o no de apeos intermedios, principalmente.

6.4.2.1 Propuesta I: una única pasarela recorre la totalidad del trazado

El trazado de la pasarela comenzaría desde el punto con cota +28.00 y comenzaría a descender con una pendiente máxima del 6 %. La pendiente nos permite superar la condición de gálibo para este tipo de vías en el cruce con la SE-660.

Continuaríamos el trazado del alzado con un tramo horizontal una vez alcanzada la cota de mínimo gálibo para autovías de 5 metros y medio, en la que se salvaría a zona del polideportivo y las urbanizaciones. Seguidamente se atraviesa además la zona de cruce de la autovía A-8058.

Finalmente se diseña un tramo descendente que con una pendiente máxima del 6 % consigue alcanzar la cota del terreno en el final de la pasarela en la zona situada junto al polígono Alavera.

Esta propuesta cumple con las restricciones de pendiente y de gálibo mínimo. Sin embargo, es necesario para dar acceso a los viandantes de ambas zonas, polideportivo-urbanizaciones y polígono Alavera. Además contaríamos con una única pasarela con un trazado de más de 650 metros de longitud

La opción del diseño de escaleras helicoidales o de ascensores serían las únicas posibilidades para ofrecer el apeo intermedio de la pasarela por parte de los ciclistas y peatones.

6.4.2.2 Propuesta II: dos pasarelas unidas con pendiente máxima del 6%

El comienzo del trazado parte del punto de cota más alto del parque y comenzaríamos descendiendo con una pendiente máxima del 6 %. La pendiente nos permite superar el gálibo adecuado en el cruce de la pasarela con la SE-660.

El tramo descendente continuaría hasta alcanzar la cota del terreno en las proximidades del Polideportivo Municipal 1 de Mayo.

El tramo ascendente siguiente, con una pendiente máxima del 6 %, no consigue superar la restricción del

gálibo de 5,5 metros en el cruce con la A-8058.

Además el trazado no tendría continuidad entre los tramos ascendente-descendente, imposibilitando a los ciclistas y peatones la posibilidad de incorporarse o abandonar la pasarela de forma adecuada.

6.4.2.3 Propuesta III: única pasarela que parte desde el punto más elevado del Parque Valparaíso

Se trata de un trazado que partiendo desde el punto más alto del parque, desciende por todo el recorrido con 3,3 % de pendiente hasta alcanzar los 5 metros y medio de altura necesarios para superar la zona de cruce de la autovía.

El trazado continúa con un pequeño tramo horizontal que salva la zona de cruce de la autovía con un gálibo mínimo de 5,5 metros.

Finalmente cuenta con un tramo que desciende de forma constante hasta alcanzar la zona final del trazado a cota de la superficie del terreno.

Esta propuesta, al igual que la número 1, tiene la necesidad del diseño de escaleras helicoidales o de ascensores para posibilitar el apeo intermedio de la pasarela por parte de los ciclistas y peatones.

6.4.2.4 Propuesta definitiva: dos pasarelas conectadas con pendiente media del 6 %

El trazado parte desde el punto de cota más alta del parque, ya que consideramos idónea la opción de conectar el inicio de la pasarela directamente, con el carril existente peatonal que llega hasta San Juan de Aznalfarache, en concreto se trata del comienzo de la Avenida Cuesta de Cross.

Se continúa el diseño con una pendiente negativa de entre el 6-8 %, nunca mayor del 8 %, que recorre la primera parte del recorrido hasta alcanzar la cota del terreno, en la zona próxima al paso de cebra existente en el Polideportivo Municipal 1 de Mayo.

Previamente, la pasarela atraviesa el cruce la Avenida Cuesta de Cross y la Avenida de Europa a una altura superior a los nueve metros, por lo que no hay ningún problema con el mínimo gálibo a superar para este tipo de vías.

Continúa tras el cruce del paso de peatones, un tramo ascendente con pendiente del 6% hasta alcanzar la cota de 5,5 metros, gálibo mínimo necesario para superar la A-8058.

Se plantea el diseño de este tramo por medio de una curva parabólica ya que la respuesta estructural es superior que la la unión un tramo ascendente con otro descendente.

Por tanto, tras superar el cruce con la autopista la pasarela recorrerá con pendiente negativa del 6% el último tramo, hasta alcanzar la cota del terreno.

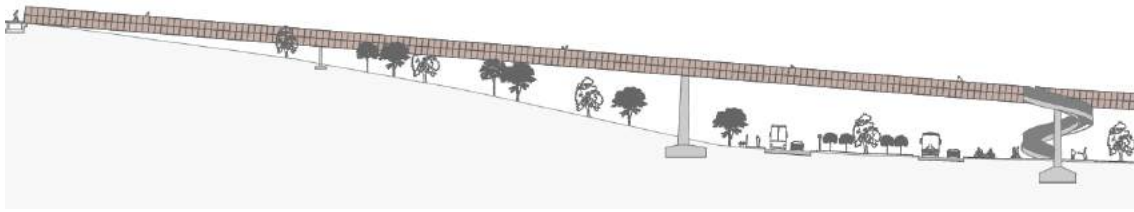


Figura 6-18. Recorte del plano “Detalles del perfil longitudinal” tramo PK 0+000.00 – PK 0+183.00



Figura 6-19. Recorte del plano “Detalles del perfil longitudinal” tramo PK 0+183.00 – PK 0+366.00

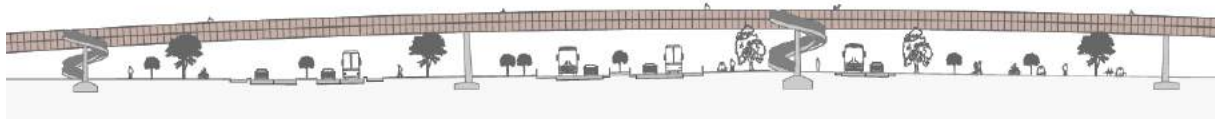


Figura 6-20. Recorte del plano “Detalles del perfil longitudinal” tramo PK 0+366.00 – PK 0+549.00

6.4.3 Sección transversal

Para el diseño de la sección transversal de la pasarela se ha tenido en cuenta que la propuesta de diseño, debe cumplir con la condiciones que establece el documento de Normas para la Accesibilidad en las Infraestructuras, el Urbanismo, la Edificación y el Transporte en la Comunidad Autónoma de Andalucía:

- Anchura/sección libre mínima en rampa, escalera y acerado: 2,50 m
- Pendiente transversal: 0 % en pasarela, 2 % en acerado
- Disposición de pasamanos en rampas: Si (a 0,70 m de altura)
- Disposición de pasamanos en pasarela: Si (a 0,70 m de altura)

En el caso de la anchura libre de paso, el Decreto 293/2009 de 7 de julio, establece un mínimo de 1,60 m en la pasarela y de 1,50 m en las rampas.

En el diseño de la pasarela se ha adoptado un ancho mínimo libre de paso de 2,50 m, atendiendo a los criterios recogidos en la publicación “Recomendaciones de Diseño de las Vías ciclistas en Andalucía (Julio 2.013)”, que establece un mínimo de 2,50 m para el carril bici en caso de su uso compartido con un acerado peatonal.

TIPO DE RED		Red Autonómica	Red Metropolitana	Red Urbana	Sentido	Sección Tipo (m)
Vías Ciclistas	Ciclo-senda	X	X			2,5-5,0
	Pista-bici	X	X		Único	1,5-2,0
					Doble	2,5-3,0
	Carril-Bici	X	X	X	Único	1,8-2,0
				X	Doble	2,5-3,0
Vías Compartidas	Acera-bici			X		
	Urbana (ciclocalle)			X		
	Interurbana	X	X			

Figura 6-21. Ancho mínimo libre según las Recomendaciones de Diseño de las Vías ciclistas en Andalucía (Julio 2.013)

En cuanto a la altura de la barandilla en la pasarela y rampas, desde el punto de vista del ciclista y de acuerdo a las “Recomendaciones de Diseño de las Vías ciclistas en Andalucía (Julio 2.013)” se dispondrán con una altura no menor de 1,50 metros. De este modo se consigue la percepción de mayor seguridad por parte del ciclista.

6.5 Cumplimiento del Decreto 293/2009 de Accesibilidad

En este capítulo se analiza el cumplimiento del decreto 293/2009 por el que se aprueba el reglamento que regula las normas de accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía, analizando el cumplimiento de los artículos que afectan al diseño de la pasarela.

6.5.1 Artículo 19. Puentes y pasarelas

Los puentes y pasarelas deberán estar conectados con un itinerario accesible y cumplirán los siguientes requisitos:

- a) La anchura mínima de paso libre de obstáculos en tramos horizontales deberá ser de 1,60 metros, debiendo estar separada, en caso de itinerarios mixtos, de la zona de circulación de vehículos mediante bandas de señalización visual y táctil, bolaridos u otros elementos.
- b) La pendiente longitudinal máxima del itinerario peatonal no superará el 8% y la pendiente transversal máxima será del 2%.
- c) Se deberá disponer una protección lateral con barandillas o antepechos a ambos lados, provistas de pasamanos, que cumplirán con las condiciones establecidas en el artículo 23.2. En el caso de barandillas o antepechos, éstos cumplirán con las condiciones establecidas en el artículo 23.3.
- d) En el inicio y final del puente o pasarela, se deberá colocar una franja de pavimento señalizadora, con el ancho del itinerario peatonal del puente o pasarela, de 0,60 metros de fondo mínimo.

6.5.2 Artículo 22. Rampas

Las rampas cumplirán los siguientes requisitos:

- a) Los tramos serán de directriz recta, permitiéndose los de directriz curva con un radio mínimo de 50 metros considerando la medición a 1/3 del ancho de la rampa medido desde el interior.
- b) Su anchura libre mínima será de 1,50 metros.
- c) El pavimento se ajustará a lo establecido en el artículo 31 (antideslizante en seco y en mojado, sin exceso de brillo e indeformable. Firmemente fijado y con prohibición del uso de grava suelta).
- d) Las rampas con recorridos cuya proyección horizontal sea inferior a 3 metros tendrán una pendiente máxima del 10%, del 8% cuando sea inferior a 6 metros y del 6% para el resto de los casos.
- e) La longitud máxima de cada tramo de rampa sin descansillo será de 9 metros medida en proyección horizontal.
- f) Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en la dirección de la marcha, de 1,5 metros como mínimo. Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la rampa no se reducirá a lo largo de la meseta.
- g) La pendiente máxima en la dirección transversal será de un 2%.
- h) La zona delimitada por la rampa y por los espacios de las mesetas, tanto intermedias como de embarque y desembarque estarán libres de obstáculos, no podrán formar parte de espacios destinados a otros usos. No habrá pasillos de anchura inferior a 1,20 metros, ni puertas situadas a menos de 1,50 metros de distancia de arranque de un tramo.
- i) Al principio y al final de las rampas existirán mesetas de embarque y desembarque con una longitud mínima de 1,5 metros y una anchura igual a la de la rampa; en dichas mesetas se dispondrá una franja señalizadora mínima de 0,60 metros de fondo y la anchura de la meseta, siendo su pavimento de diferente textura y color.
- j) Se dotarán de pasamanos a ambos lados de forma continua en todo el recorrido prolongándose en el principio y el fin de la misma, sin interferir otros espacios de circulación y de uso. Deberán colocarse

a dos alturas, una comprendida entre 0,65 y 0,75 metros y otra entre 0,90 y 1,10 metros medida en cualquier punto del plano inclinado. La dimensión mayor del sólido capaz estará comprendida entre 45 y 50 milímetros. El pasamano será firme, fácil de asir, estará separado del paramento al menos 40 milímetros. Su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano y el remate superior no podrá tener aristas vivas y se diferenciará cromáticamente de las superficies del entorno.

- k) Cuando la anchura de la rampa sea mayor de 4,80 metros, se dispondrán pasamanos intermedios. La separación de éstos, en su caso, será como máximo de 2,40 metros.
- l) No se admitirá la colocación sobre el pavimento de elementos sueltos que pueden deslizarse.
- m) Las rampas que estén cerradas lateralmente por muros, cuando salven una diferencia de altura superior a 15 centímetros, dispondrán de pasamanos que reunirán las condiciones previstas en el párrafo j) del apartado 1 de este artículo.

6.5.3 Artículo 23. Escaleras

6.5.3.1 Acceso personas con movilidad reducida

El diseño y trazado de las escaleras deberá permitir la accesibilidad a personas con movilidad reducida a los espacios libres de uso público y se ajustarán a los siguientes parámetros:

- a) Serán de directriz recta, permitiéndose las de directriz curva con un radio mínimo de 50 metros considerando la medición a 1/3 del ancho de la escalera medido desde el interior.
- b) Se mantendrán libres de obstáculos en su recorrido.
- c) Las mesetas no podrán formar parte de otros espacios.
- d) Al principio y al final de las escaleras existirán mesetas de embarque y desembarque con una longitud mínima de 1,5 metros y una anchura igual a la de los peldaños; las mismas deben estar señalizadas con una franja señalizadora de 0,60 metros de fondo y la anchura de la meseta, siendo su pavimento de diferente textura y color.
- e) El número máximo de peldaños por tramo de escaleras, sin mesetas o descansillos intermedios, será de diez.
- f) Los peldaños tendrán unas dimensiones de huellas no inferiores a 30 centímetros medidas en proyección horizontal.
- g) Las tabicas no serán superiores a 16 centímetros y carecerán de bocel.
- h) Todos los peldaños que formen parte del mismo tramo tendrán la misma altura.
- i) No se permitirán las escaleras compensadas. Si existen mesetas partidas o que formen ángulo deberá poder inscribirse una circunferencia mínima de 1,20 metros de diámetro en cada una de las particiones.
- j) La anchura libre de los peldaños será como mínimo de 1,20 metros.
- k) La huella se construirá con material antideslizante cuando la escalera no esté cubierta ni protegida contra la entrada de agua. En caso contrario, podrá construirse con otro material siempre que se disponga en el borde de la huella un material o tira antideslizante enrasada con el borde del peldaño y firmemente unida a éste.
- l) En escaleras descubiertas, para posibilitar la evacuación del agua, tanto los rellanos como las huellas tendrán una pendiente hacia el exterior como máximo del 1,5%.
- m) Las escaleras deberán tener en todo caso tabica.
- n) Se evitarán los pavimentos de los escalones que produzcan destellos o deslumbramientos.

6.5.3.2 Diseño de pasamanos

- a) Se dispondrán de forma continua en todo el recorrido prolongándose en el principio y en el fin de la escalera.
- b) Se colocarán a una altura comprendida entre 0,90 y 1,10 metros, medida desde el borde exterior de la huella.
- c) Serán firmes y fáciles de asir, no permitiéndose materiales muy deslizantes o demasiado rugosos, así como aquellos que expuestos a fuentes de calor sufran calentamientos.
- d) Estarán separados de los paramentos al menos 40 milímetros su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano, y el remate superior no podrá tener aristas vivas.
- e) La separación de pasamanos intermedios, en su caso, será como máximo de 2,40 metros.
- f) Los pasamanos se diferenciarán cromáticamente de las superficies del entorno.

6.6 Descripción de la pasarela detallada por partes

En este apartado centramos el detalle sobre la solución adoptada a la hora de resolver los condicionantes geométricos que nos planteamos en el apartado anterior "Trazado geométrico. Descripción del trazado."

Dentro de este apartado, en primer lugar nos centraremos en describir el diseño de la estructura de la pasarela, detallando la tipología de la solución empleada. Además, analizaremos los materiales que caracterizan a la estructura y sus principales ventajas y aportaciones a la pasarela. Igualmente, se detallará el diseño elegido para las pilas que sostienen el tablero de la pasarela y la tipología empleada. También, se realizará un pequeño detalle de la tipología más adecuada de cimentación, atendiendo principalmente a los factores geológicos y geotécnicos que se han planteado dentro del apartado "Geología y Geotecnia". Asimismo, se esquematizará la solución adoptada para iluminar la pasarela y permitir la visión durante el recorrido de la pasarela a los peatones y ciclistas. Finalmente, se explica el sistema de drenaje necesario para eliminar el exceso de lluvia y agua superficial.

6.6.1 Diseño de la estructura de la pasarela y sección transversal propuesta

En general se puede afirmar que las estructuras tipo cajón añaden a las ventajas de las estructuras prefabricadas, las de un peso propio reducido y unos cantos que pueden ser inferiores a los de soluciones análogas en hormigón. Estas condiciones hacen muy adecuada su utilización en los casos en que se requiera:

- Secciones de gran esbeltez, lo que permite adecuarnos a gálibos restrictivos.
- Elementos muy ligeros que faciliten su transporte y montaje.
- Reducido peso propio de la estructura, condición importante en casos de terrenos de baja capacidad portante.
- Rapidez de ejecución, conveniente si la construcción interfiere tráfico existentes.

Por contra suelen necesitar un mantenimiento para su protección contra la corrosión y, por tanto, su coste conjunto de ejecución y conservación puede ser superior al de las estructuras de hormigón. La utilización de aceros auto-patinables (Corten, Ensacor, etc.) mitiga los problemas de conservación, si bien las ventajas de su empleo desaparecen en función del ambiente en el que se ubique la obra.

Así, su utilización es recomendable cuando:

- El trazado en planta presente curvaturas importantes. La adaptación de los cajones a la curvatura se resuelve más fácilmente y con mayor limpieza que utilizando vigas. Por otra parte, las secciones en cajón presentan un comportamiento frente a la torsión mejor que los tableros de vigas.
- Sea necesario un canto reducido, por imposición de los gálibos existentes o por condicionantes estéticos. A igualdad de luz, la solución en cajón requiere un menor canto que las soluciones de vigas.
- La calidad estética de la obra sea un factor muy importante. En este caso se incluyen los puentes muy expuestos visualmente y los situados en un medio urbano.

A continuación se dan unas orientaciones sobre las dimensiones que suelen ser frecuentes en puentes:

6.6.1.1 Determinar número de cajones necesarios

Lo primero es determinar el número de cajones necesarios para la estructura, lo cual depende de la Luz a salvar por el vano del puente y del ancho del tablero.

De manera orientativa se tiene el siguiente gráfico:

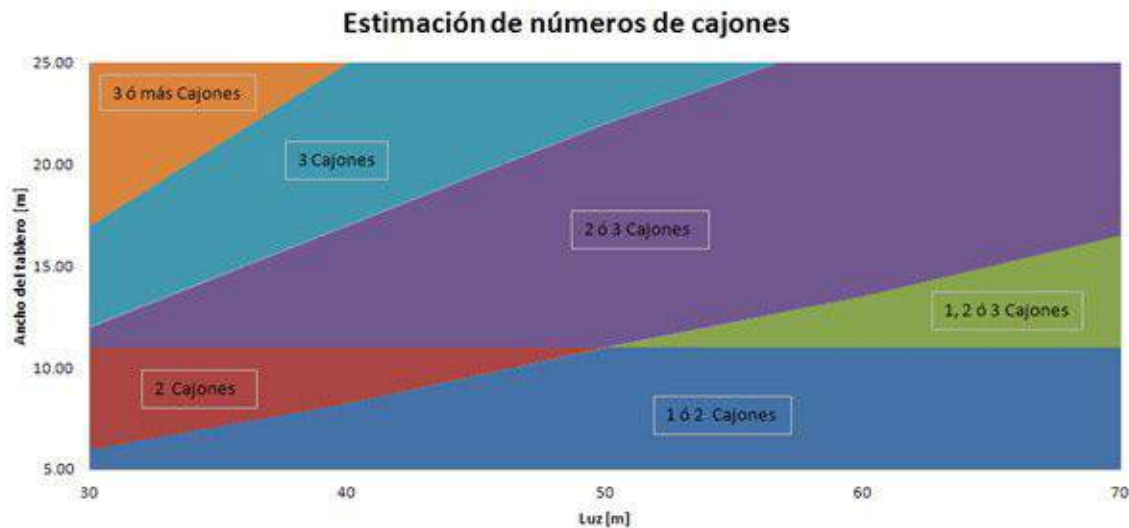


Figura 6-22. Estimación del número de cajones en puentes según la relación del vano con el ancho del tablero

En nuestra situación, la pasarela cuenta con ancho del tablero menor de 5 metros en todos los tramos proyectados, por lo que **la tipología de la pasarela de un único cajón sería la adecuada.**

6.6.1.2 Relación canto total – luz de vano

El siguiente paso en el predimensionamiento es conocer el canto de la estructura.

Relaciones de H (canto total = canto de losa de hormigón + canto de cajón metálico) con L (Luz de vano) habituales son:

- $H/L = 1/71,6$ en el centro de la luz
- $H/L = 1/40$ en los arranques

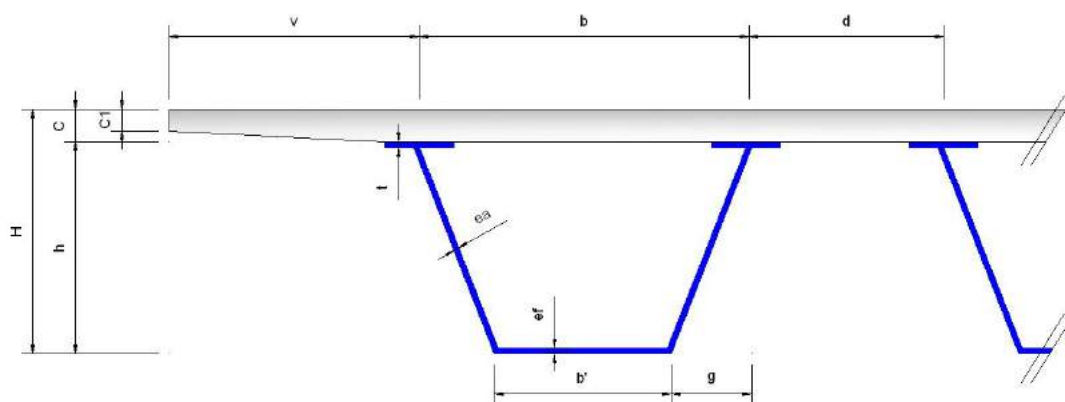


Figura 6-23. Dimensiones básicas de una sección viga-cajón

6.6.1.3 Descripción de las dimensiones de la sección transversal

De esta forma, el tablero del puente es una estructura con una plataforma de paso de 3,6 m de ancho y de 3,2 m de ancho útil de la plataforma.

La sección tipo es un cajón unicelular de canto variable entre 0,95 m (L/71,6) en centro luz y de 1,7 m (L/40) en arranques.

La anchura del ala inferior del cajón varía entre 1,34 y 1,90 m y espesores de chapa variables entre 10 y 15 mm.

El ala superior, formada por una chapa de 10 a 12 mm de espesor, tiene ancho constante. El ala superior se rigidiza mediante tres perfiles $\frac{1}{2}$ IPE 160 y el ala inferior mediante dos perfiles $\frac{1}{2}$ IPE 160 ó $\frac{1}{2}$ IPE 200. El espesor de las almas varía entre 8 y 10 mm.

Se disponen diafragmas cada 4 m y entre ellos rigidizadores transversales.

Para alcanzar una elevada esbeltez del tablero, se han diseñado barandillas estructurales consistentes en un alma de 10 mm con un cordón superior formado por una chapa de 300x25 mm y un cordón inferior formado por una chapa de 200x15 mm.

Las barandillas se sueldan de modo continuo a la chapa superior del cajón y a una serie de costillas transversales que nacen en las almas. Las barandillas alojan el sistema de iluminación.

La pasarela tiene un pavimento de madera de elondo tratada para resistir la abrasión y los efectos ambientales. Este mismo material se emplea también para el pasamanos.

Figura 6-24. Sección transversal tipo tipología viga-cajón

57

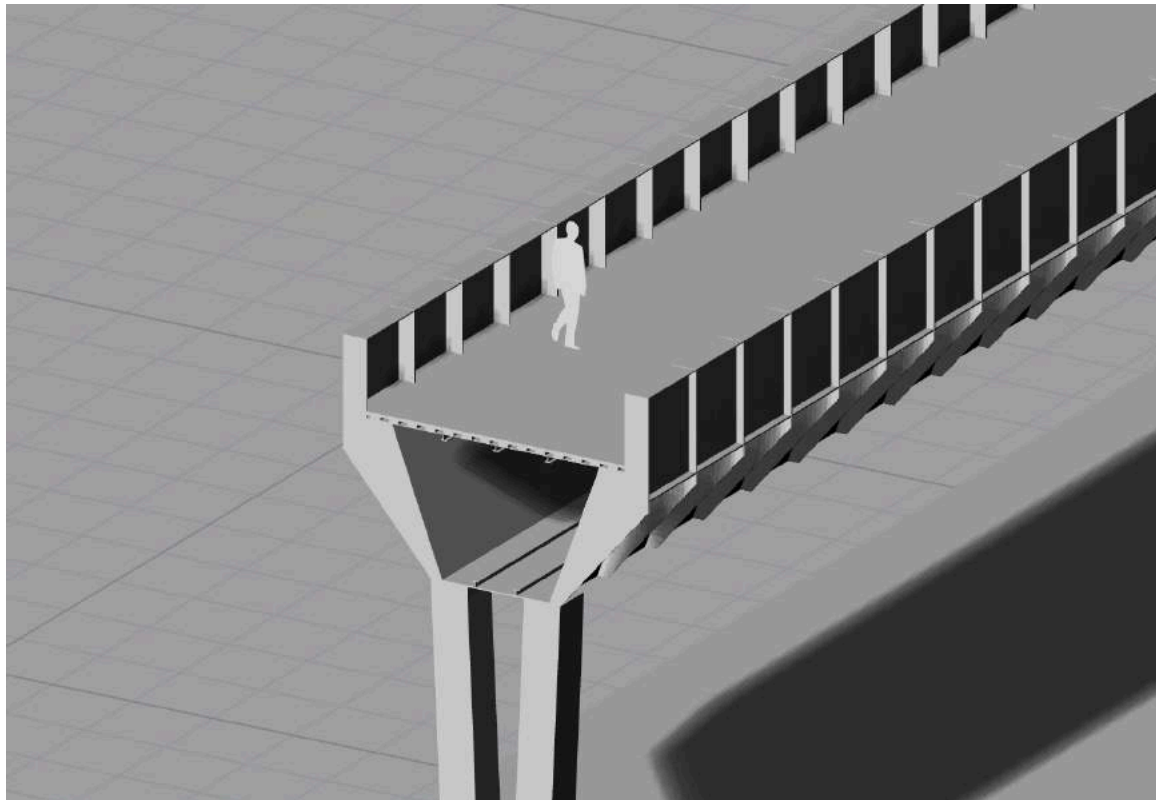


Figura 6-25. Detalle de la sección transversal del Modelo 3D de la pasarela

6.6.2 Material empleado en el diseño de la pasarela

El material de la viga cajón elegido es un tipo de acero con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, que se denomina también acero Corten.

El Acero Corten es un tipo de acero realizado con una composición química que hace que su oxidación tenga unas características particulares que protegen la pieza realizada con este material frente a la corrosión atmosférica sin perder prácticamente sus características mecánicas.

En la oxidación superficial del acero corten crea una película de óxido impermeable al agua y al vapor de agua que impide que la oxidación del acero prosiga hacia el interior de la pieza.

Esto se traduce en una acción protectora del óxido superficial frente a la corrosión atmosférica, con lo que no es necesario aplicar ningún otro tipo protección al acero como la protección galvánica o el pintado.

Se considera este material y tipo de sección, los idóneos para el proyecto por las siguientes razones:

- variedad de ambientes que atraviesa la pasarela a lo largo de su recorrido.
- proximidad de un tramo de la pasarela junto al río Guadalquivir.
- su geometría y ligereza permite vigas más esbeltas con necesidad de utilizar menos pilares durante su trazado.
- mejor adaptación al trazado curvo que otro tipo de soluciones estructurales.



Figura 6-26. Puente de la Vicaria sobre el río Segura (Albacete). D. Manuel Jódar Martínez, ingeniero. 2007

6.6.3 Diseño de los pilares y tipología de la cimentación

6.6.3.1 Material y geometría de las pilas

De acuerdo a la geometría de la sección transversal, se analizó la posibilidad de diseñar único pilar con la capacidad portante suficiente para sostener el peso del cajón metálico y de las acciones a las que se encuentra sometida la estructura de la pasarela.

Sin embargo, se descartó la opción anterior, ya que era preferible la opción de diseñar dos pilares con una mayor esbeltez apoyados sobre los extremos de la base del cajón.

Los pilares son de hormigón armado con barras de acero, con las siguientes características:

- **Hormigón C30/37, $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$**
- **Barras de acero corrugado de alta calidad B500B**

En las siguientes dos figuras, se adjuntan dos recortes de los planos en los que aparece la sección transversal junto con la solución elegida para los pilares. En la primera de las imágenes, se detalla se representa gráficamente la sección viga-cajón unida a los pilares y se enumera los elementos más importantes del detalle. En la segunda, se representa además de los anterior la sección tipo con el diseño de la escalera helicoidal que permite continuar o interrumpir el camino a lo largo de la pasarela a los peatones y ciclistas.

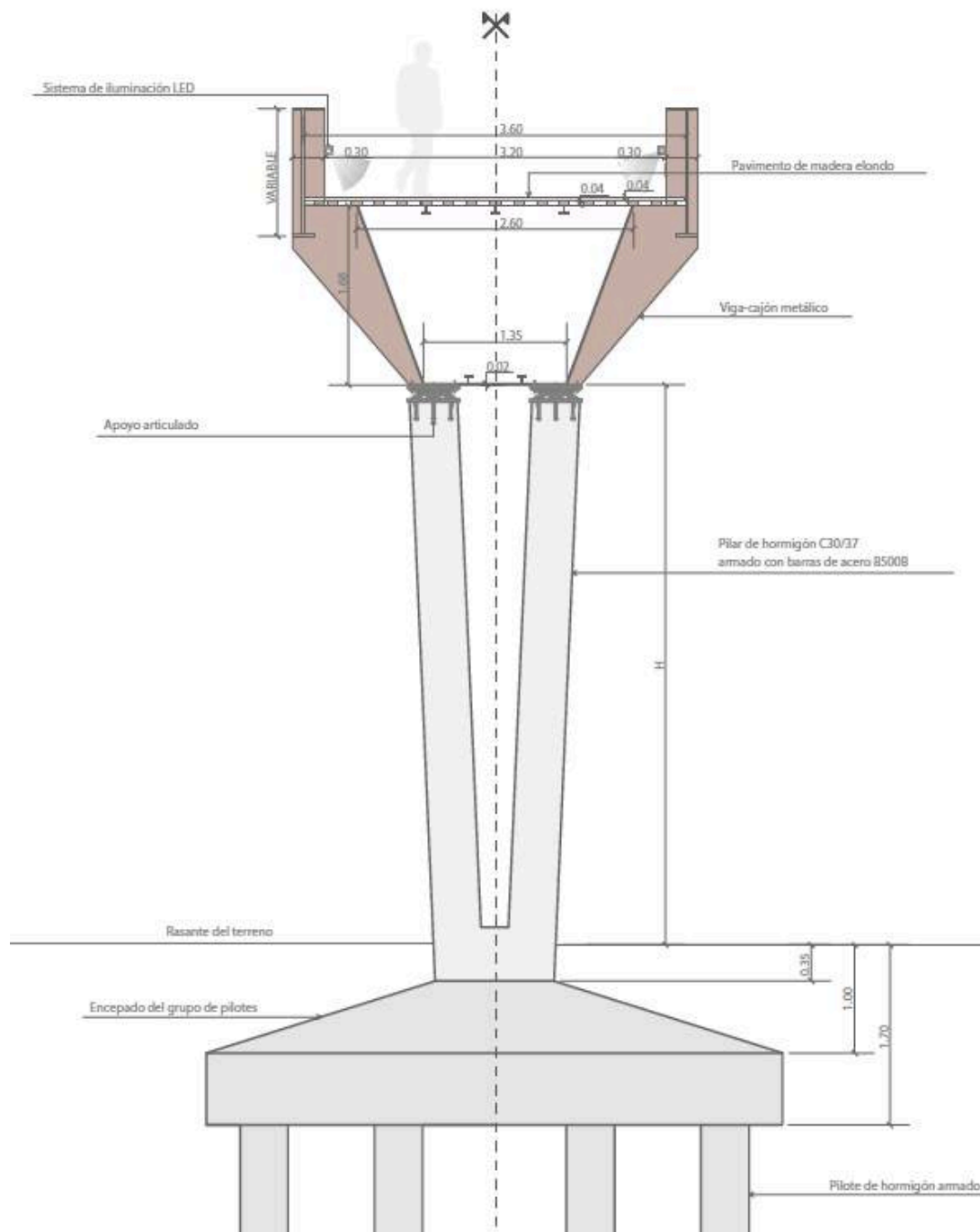


Figura 6-27. Recorte del plano “Sección tipo de la pasarela junto con los pilares”

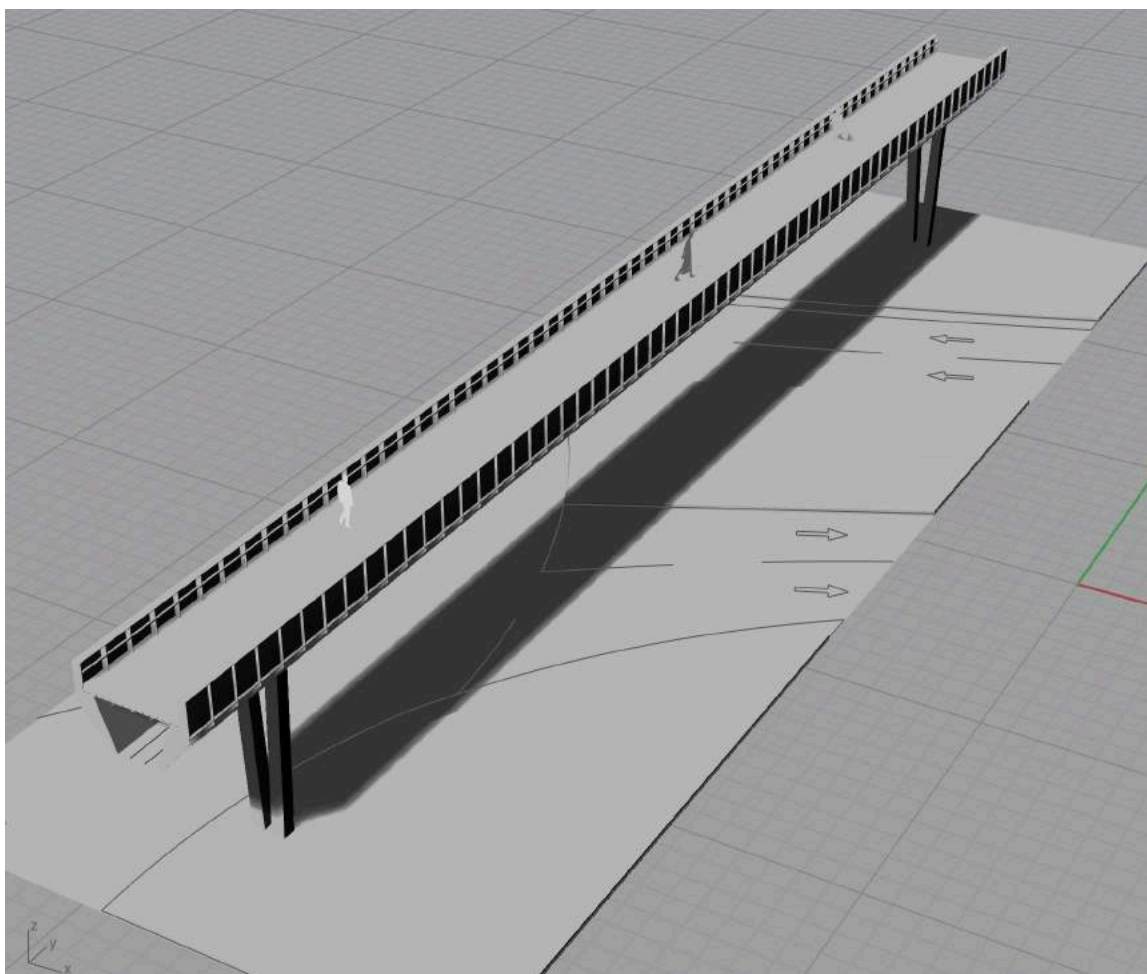


Figura 6-28. Detalle de la pasarela y los pilares en el Modelo 3D de la pasarela

6.6.3.2 Aspectos a considerar en el diseño del número de pilas necesarias

A la hora de calcular el número de pilares de la pasarela, se han planteado varias condiciones fundamentales en el trazado:

- La **colocación** necesaria de **tres escaleras helicoidales** que faciliten el apeo intermedio principalmente a peatones, pero también a ciclistas
- Respetar **el gálibo de la A-8058 de 5,5 m** junto al gálibo del resto de vías secundarias
- **Relación** canto-longitud (**H/L**) para la tipología de sección diseñada

De esta forma nos permitió diseñar un **perfil longitudinal con 8 pilares** repartidos a los largo de toda la planta del trazado.

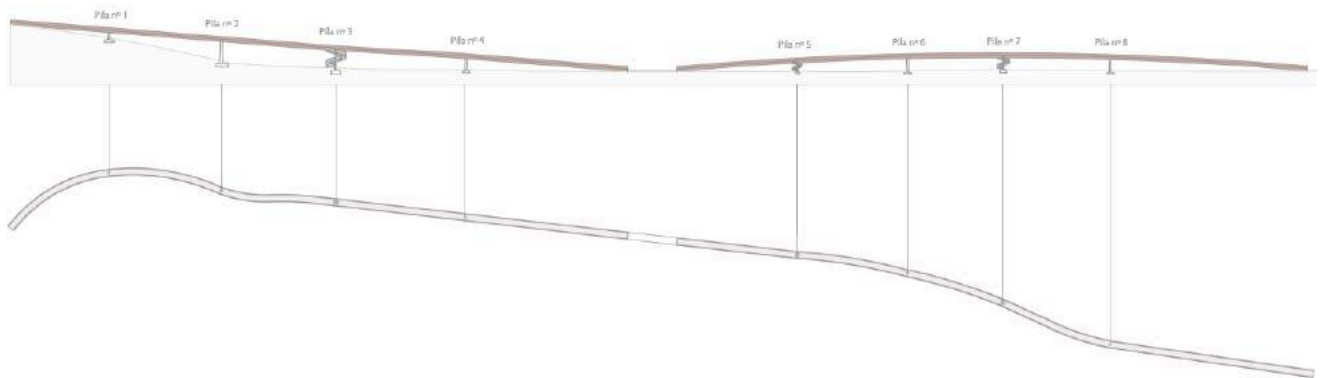


Figura 6-29. Recorte del plano “Ubicación de las pilas de la pasarela en perfil longitudinal y en la planta”

En la siguiente tabla se detalla además de la posición de los pilares a lo largo de la sección transversal, la altura de las pilas, junto con la existencia o no de escalera helicoidal en la pila.

Tabla 6–17 Relación de alturas de las pilas

Nº de pila	Altura de la pila (m)	Pila con escalera helicoidal	Posición de la pila (PK)
1	2,77	NO	0+51.07
2	10,02	NO	0+109.58
3	9,00	SÍ	0+168.82
4	5,71	NO	0+236.34
5	4,39	SÍ	0+408.01
6	6,28	NO	0+465.27
7	6,04	SÍ	0+515.16
8	5,73	NO	0+570.55

6.6.3.3 Detalle tipología de la cimentación diseñada

En cuanto al diseño de la cimentación, se realizará un pequeño detalle de la tipología más adecuada de cimentación, atendiendo principalmente a los factores geológicos y geotécnicos que se han planteado dentro del apartado “Geología y Geotecnia”

Destacar que las uniones entre pilares y cimentación se realizarán por medio de placas de anclaje metálicas rigidizadas con platabandas y pernos de anclaje.

En consecuencia a lo expuesto en el capítulo del proyecto “Geología y Geotecnia”, la cimentación de la pasarela dada la baja capacidad portante del terreno, está constituida por pilotes hasta terrenos competentes y encepados de hormigón armado.

Las pilas se encuentran cimentadas mediante cimentación profunda formada por un encepado como elemento

constructivo fuertemente armado, robusto, que tiene como función enlazar los grupos de pilotes con los pilares. Los encepados diseñados para el proyecto tienen forma piramidal.

Los pilotes diseñados en la cimentación profunda van perfectamente arriostrado y forman grupos que varían en función de la carga a transmitir al terreno.

La tipología del hormigón elegido para el diseño de los encepados y los pilotes es la siguiente:

- Cimentaciones: Encepado HA-30/B/20/IIa
- Pilotes HA-30/F/20/IIa+Qb

En la siguiente imagen siguiente figura se detalla la tipología de cimentación explicada en el apartada anterior.

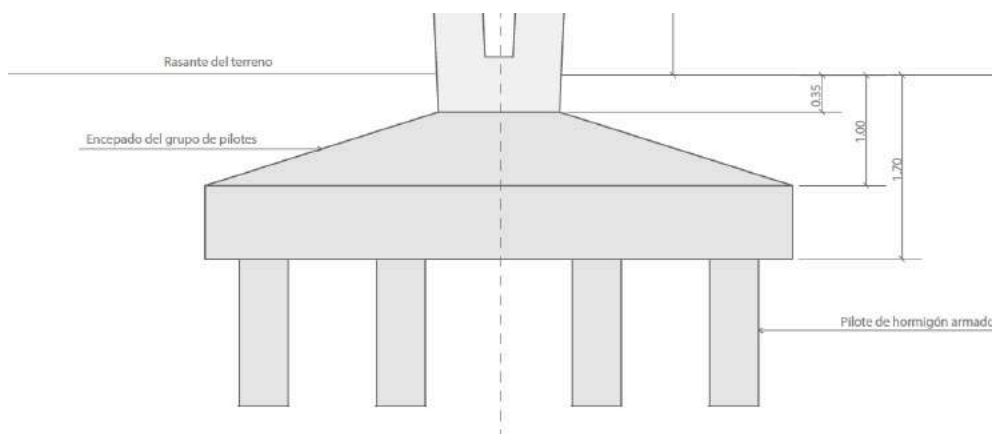


Figura 6-30. Detalle de la cimentación del recorte del plano “Sección tipo de la pasarela junto con los pilares”

6.6.3.4 Pernos conectadores

Los pernos necesitan una explicación fuera de las generalidades de los materiales antes citados ya que no existe una norma específica europea que regule su uso y sus características.

Encontramos algunas características en normas americanas pero siempre debemos usar normas nacionales europeas, o en todo caso internacionales, donde se especifiquen unas características mínimas exigibles, cuando sea posible, según nos dice el Manual de aplicación de las Recomendaciones RPM-RPX/95.

El mismo documento nos ofrece una serie de características que vamos a usar en este caso para modelar correctamente los elementos conectores. A continuación se muestra una captura obtenida directamente de este manual:

Tabla 6–18 Características de los pernos según el RPM-RPX/95

Límite elástico mínimo [N/mm ²]	Tensión mínima de rotura [N/mm ²]	Alargamiento mínimo en rotura [%] ⁽¹⁾
350	450	15

⁽¹⁾ Medido en probeta normalizada de longitud $L_0 = 5,65\sqrt{A_0}$

Las características geométricas de los pernos se deberán obtener a partir de las especificaciones del *Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón*.

6.6.4 Sistema de drenaje

Dentro del sistema de drenaje de la estructura, el drenaje del tablero de la pasarela se realizará de forma libre, para lo cual se dotará al tablero de un bombeo del 2,5 % que permite eliminar el exceso de lluvia y agua superficial. El agua es conducida desde el centro de la sección hasta los bordes.

Estos excesos de agua podrían provocar caídas y resbalones para los usuarios de la pasarela. Además, el acero corten es un material que necesita un sistema adecuado de drenaje para mantener sus propiedades óptimas de oxidación que permiten la formación de la capa protectora sobre la superficie de la estructura.

También, en varios tramos la pasarela atraviesa lugares donde no sería adecuado el desagüe directamente hacia el exterior como zonas de urbanización, calles y concretamente la autovía A-8058.

Por tanto, planteamos la colocación de sumideros a lo largo de la pasarela. Se diseñan unos canalones que recoge el agua de lluvia que es conducida previamente hacia los bordes de la sección. Este sistema de desagüe consta de una rejilla a la cota del pavimento de 20 cm de ancho, que filtra el exceso de agua. Se plantea que a través de este canalón proyectado el agua se conduzca a puntos en los que sí sea adecuado su salida directamente al exterior.

6.6.5 Iluminación de la pasarela con tubo LED

A la hora de considerar la iluminación de la pasarela, se ha tenido en cuenta que la pasarela discurre por varios tramos en los que se pasa sobre carreteras donde un sistema de iluminación inadecuado podría afectar a los vehículos.

Se plantea el diseño de dos tubo LED, recogidos dentro de un prisma de 15 cm de lado y que se ubican por debajo del pasamanos, a una altura de 0,5 metros con respecto al pavimento. De esta forma, la iluminación permite a los peatones y ciclistas ver el recorrido de la pasarela sin que se produzcan destellos a los vehículos que vislumbran la estructura desde el exterior.

En la siguiente figura, se adjunta un detalle donde se aprecia la posición y las dimensiones del sistema de desagüe y de iluminación explicados anteriormente.

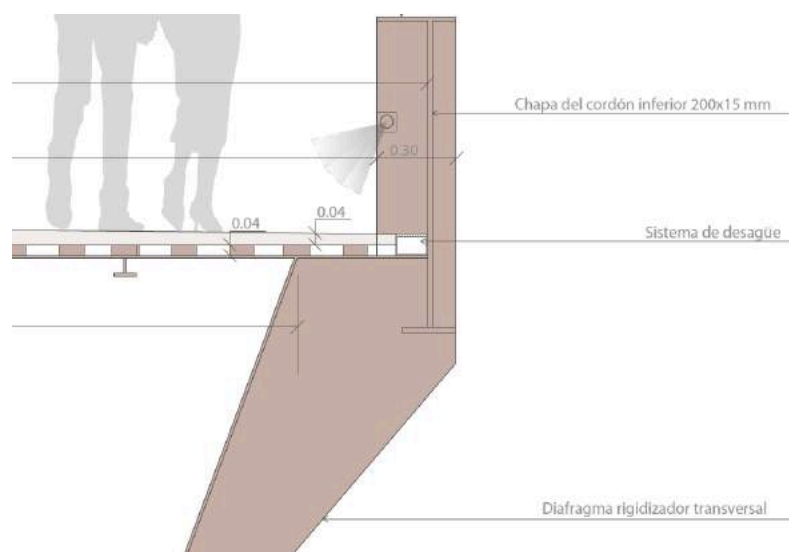


Figura 6-31. Detalle del sistema de desagüe y de iluminación en la sección transversal

6.6.6 Diseño de un modelo 3D de la pasarela

A modo de obtener un mayor detalle del diseño de la pasarela y de proporcionar un mejor entendimiento de la estructura, se ha diseñado un modelo 3D de la pasarela. El dibujo 3D se ha realizado con el programa Rhinoceros 3D, una herramienta de software para modelado en tres dimensiones.

Además, gracias a este diseño 3D se ha fabricado una maqueta a través de un sistema de impresión 3D. Las impresoras 3D son máquinas capaces de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador.

Se adjuntan en las siguientes figuras, unos pantallazos del modelo de Rhino 3D.

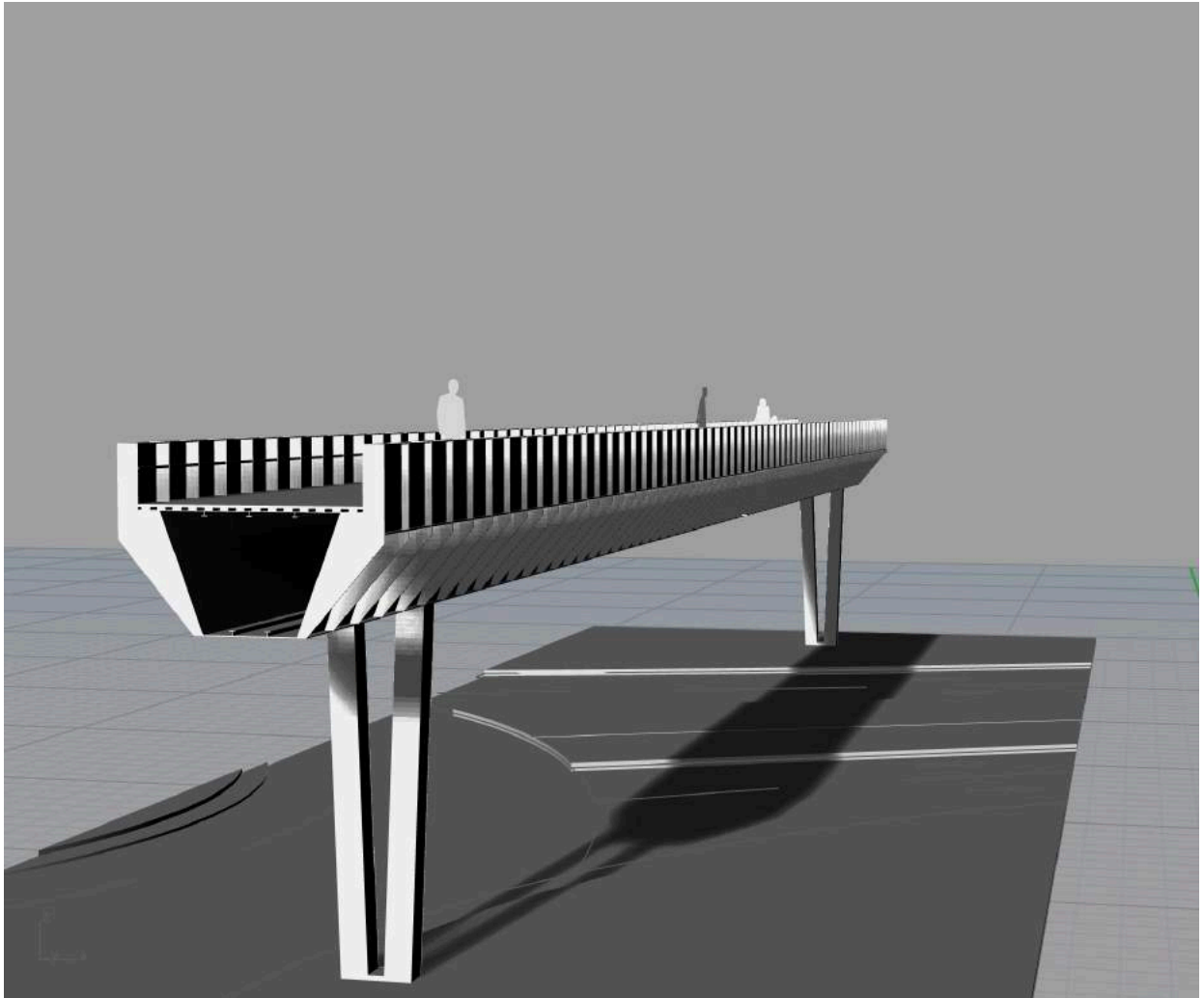


Figura 6-32. Representación 3D de la pasarela con Rhinoceros (1)

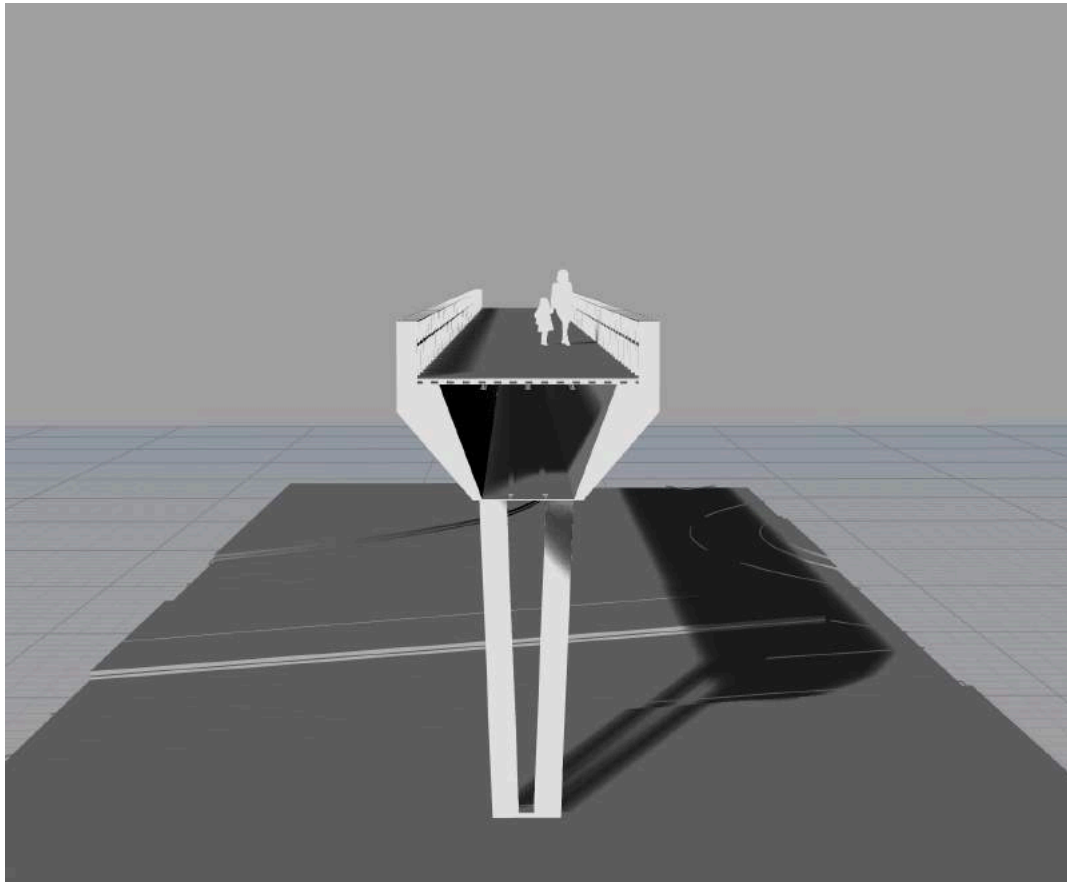


Figura 6-33. Representación 3D de la pasarela con Rhinoceros (2)

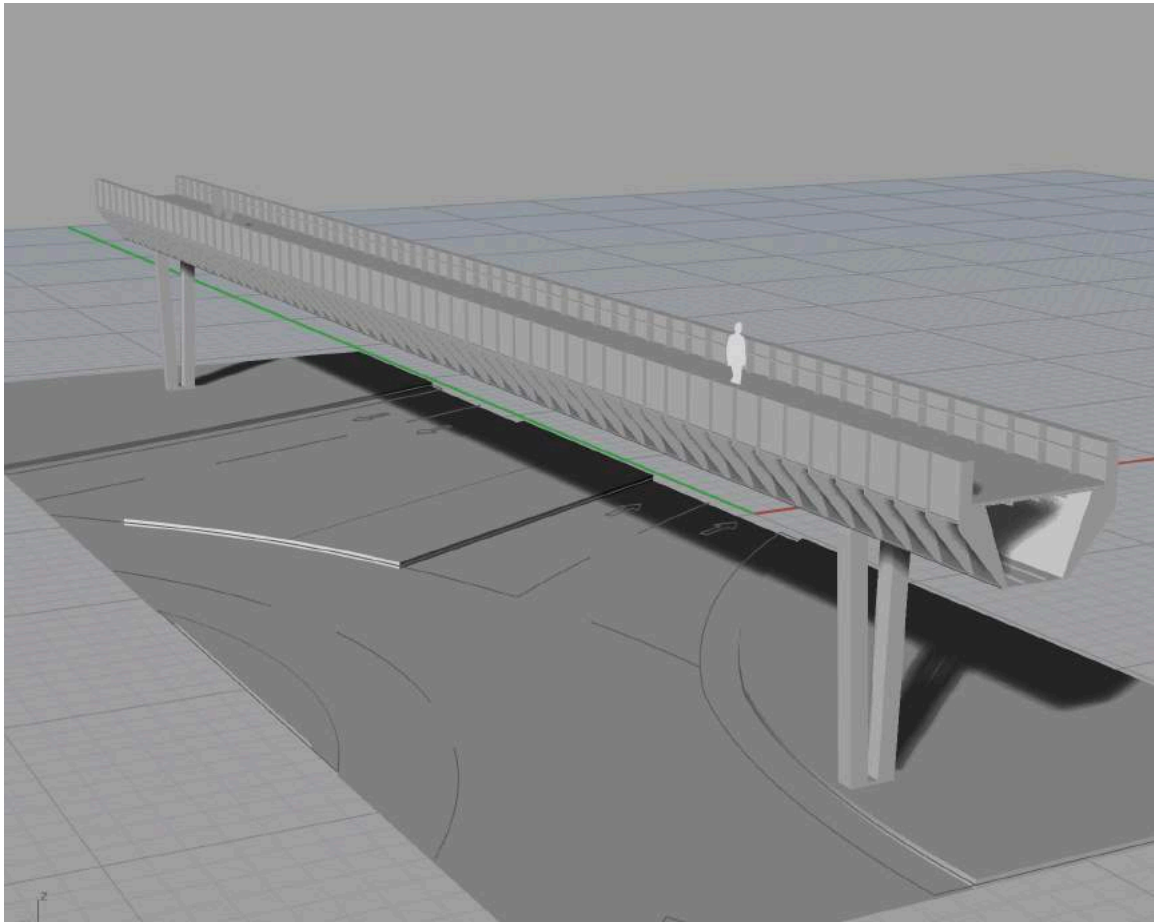


Figura 6-34. Representación 3D de la pasarela con Rhinoceros (3)

6.6.7 Impresión de un tramo de la pasarela con impresora 3D

A modo de colofón, con el objetivo de dotar al proyecto de algún elemento tangible que representara parte de la estructura solución del proyecto, se decidió realizar una impresión 3D de un tramo de dimensiones 12x10 m (a tamaño real del proyecto) a escala 1/50.

De esta forma, se ha obtenido una pieza que con una precisión notable, detalla los elementos que componen parte de la estructura principal: diafragmas, perfiles IPE, barandilla, pavimento, cajón, etc. También se han diseñado unos pilares que dotan a la maqueta 3D de un elemento soporte y que se apoyan sobre una superficie también diseñada a modo de terreno.

Finalmente, me gustaría agradecer la gran ayuda que me ha facilitado el profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, D. Antonio Miguel Pérez Romero. Se comprometió a ayudarme a pesar de yo no ser alumno de su escuela y sin su altruista decisión, no hubiera podido realizar esta maqueta.

Se adjuntan en las siguientes figuras, unas imágenes del proceso de impresión 3D que se ha seguido y del resultado obtenido.

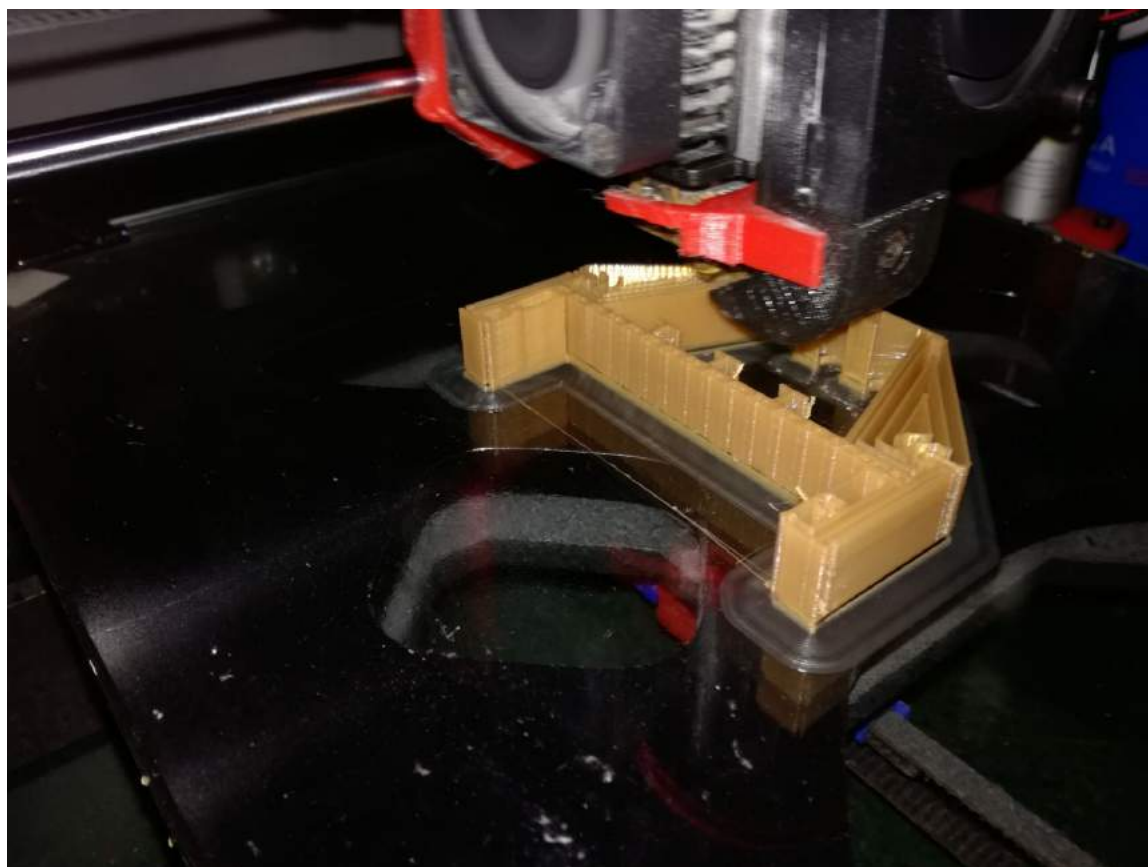


Figura 6-35. Proceso de inicial de impresión 3D

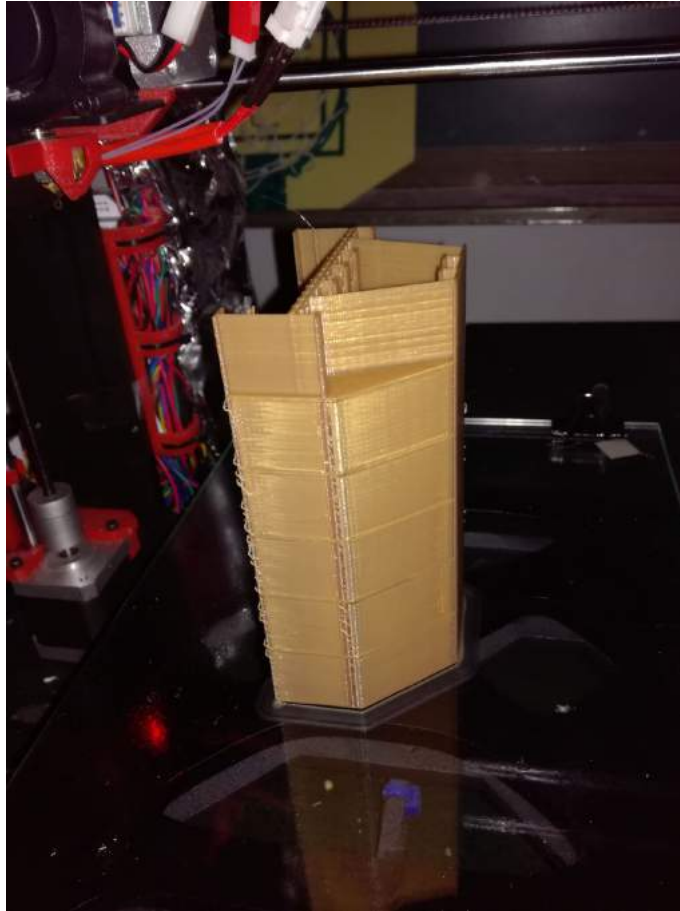


Figura 6-36. Resultado de impresión 3D de la estructura principal

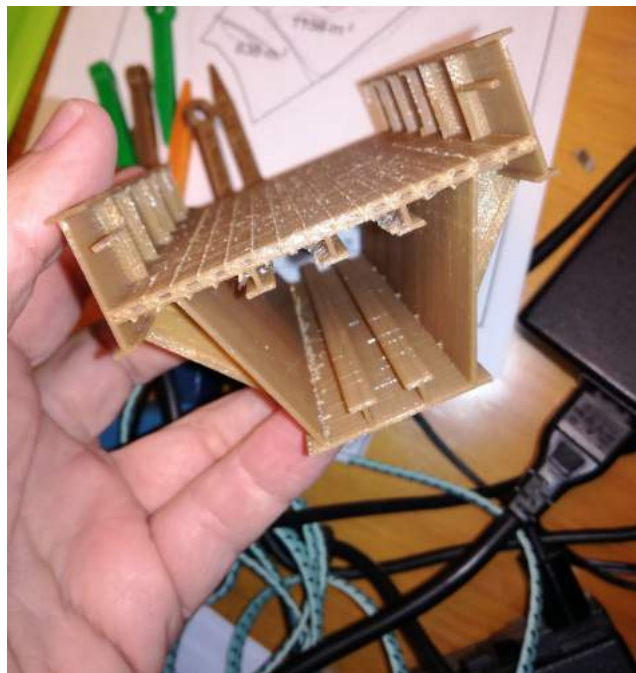


Figura 6-37. Imagen de la sección transversal del modelo 3D impreso

BIBLIOGRAFÍA

Forma y Tipo en el Arte de Construir Puentes. Miguel Aguiló.

Pensamiento y Obra. Javier Manterola Armisen. Textos de Miguel Aguiló, Javier Manterola, Mario Onzain y Javier Rui-Wamba.

Uso de Acero Corten en Puentes de Costa Rica. Programa de Infraestructura del Transporte. Vol. 2. Nº 16. Abril 2011.

Plan General de Ordenación Urbanística de San Juan de Aznalfarache. Documento de Avance. Febrero de 2008.

3.1 - IC Trazado. BOE viernes 4 de marzo de 2016

IAP-11. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.

EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.

EAE. Instrucción de Acero Estructural.

NCSE-02. Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.

NCSE-PUENTES. Norma de Construcción Sismorresistente. Parte de Puentes.

CTE DB-SE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural.

CTE DB-SE-AE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones de la Edificación.

CTE DB-SE-C. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Cimientos.

CTE DB-SE-A. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acero.

Guía de cimientos para obras de carreteras. Ministerio de Fomento.

Normas para la Accesibilidad en las Infraestructuras, el Urbanismo, la Edificación y el Transporte en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Decreto 293/2009, 7 de Julio.

Recomendaciones de Diseño de las Vías ciclistas en Andalucía (Julio de 2.013)

<http://www.europapress.es/andalucia/sevilla-00357/noticia-san-juan-eleva-junta-proyecto-pasarela-peatonal-ciclista-autovia-coria-20160922154337.html>

<https://sede.sanjuandeaznalfarache.es/>

<http://torrojaingenieria.es/>

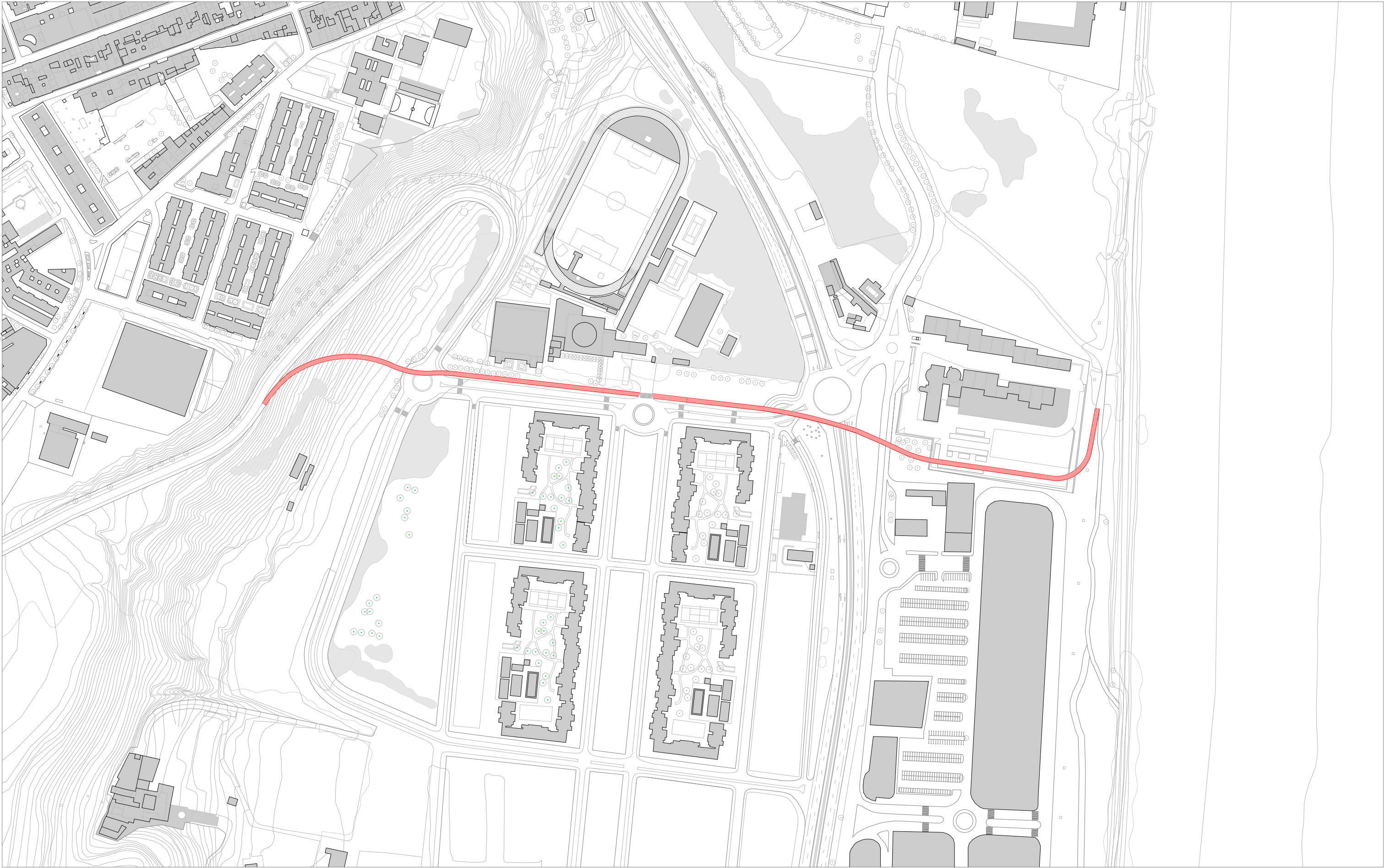
<http://www.acerosurssa.es/es/acero-corten/16-acero-corten-urssa-generalidades.html>

<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50.aspx>

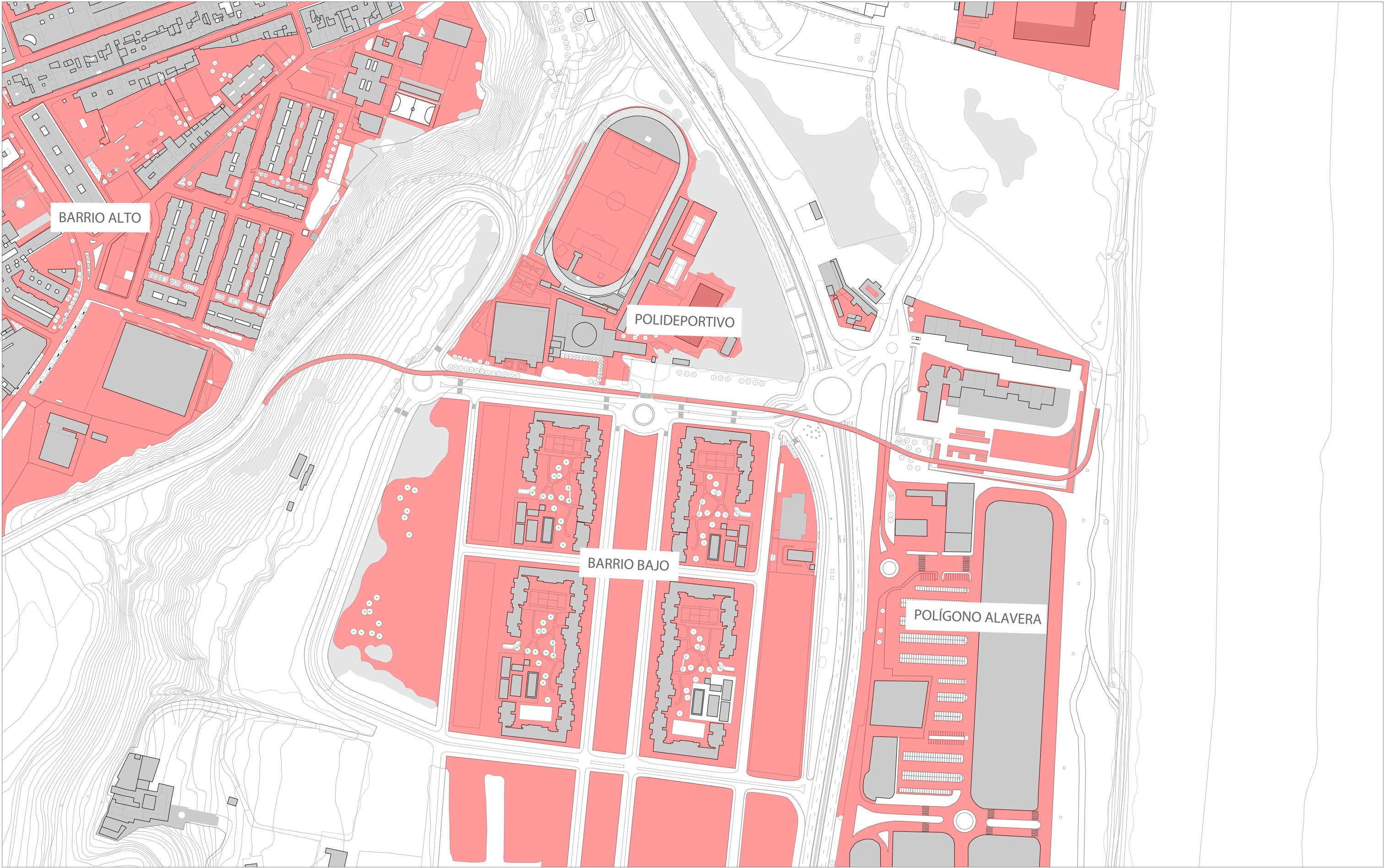
http://www.construmatica.com/construpedia/Acero_Corten

<http://estructurando.net/2012/06/19/predimensionamiento-de-puentes-mixtos-tipo-cajon/>

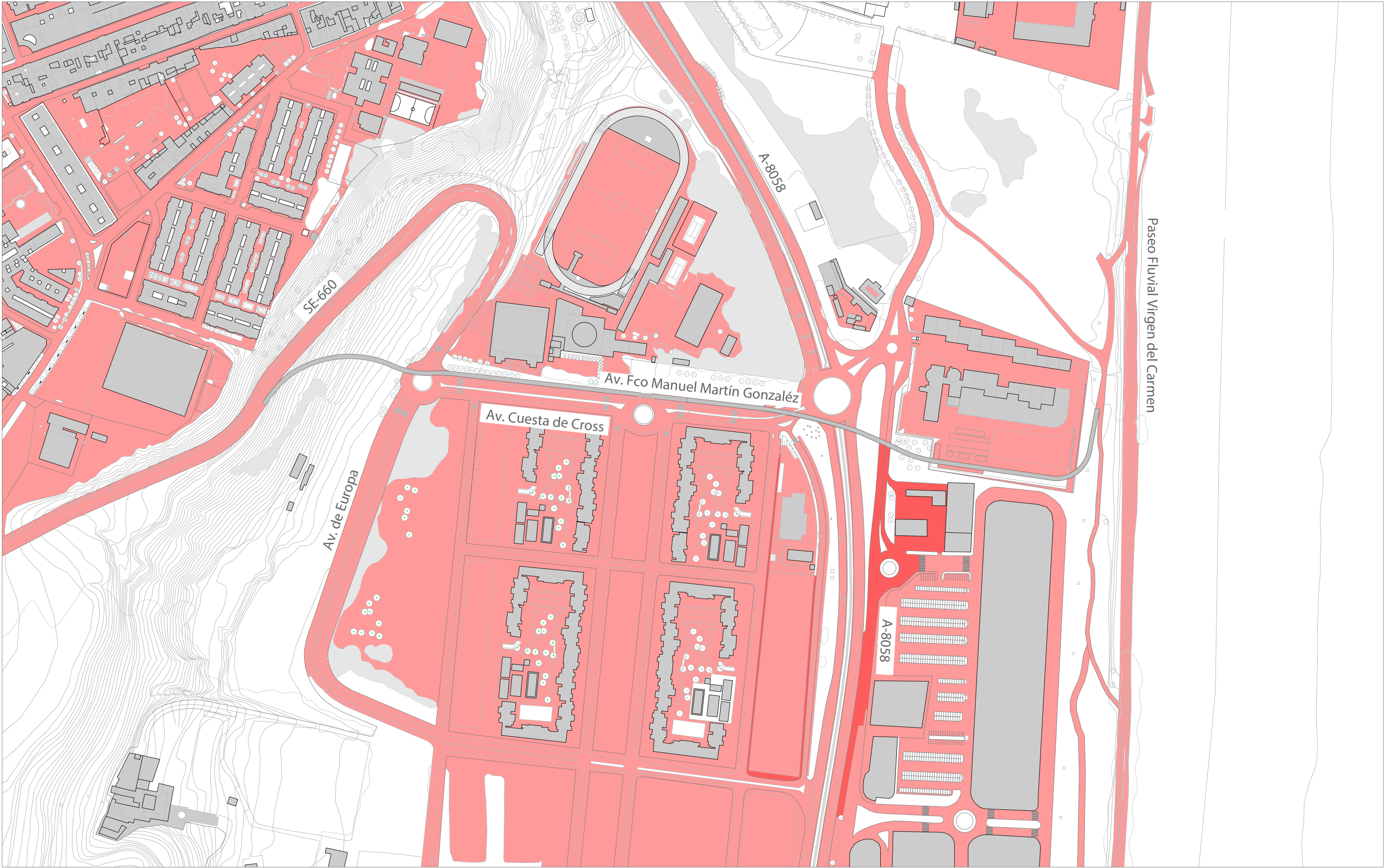
<https://www.mecanogumba.com/apoyos-de-neopreno/catalogos-apoyos-elastomericos/>



PROYECTO	Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el PK. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río	TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil	INFORMACIÓN GENERAL Planta de implantación. Ubicación de la pasarela dentro del término Municipal de San Juan de Aznalfarache.	Fecha abril de 2018	Escala 1/3000	Dimensión A3
		PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla		Altura referencia ±0.00=100.00 s.n.m	Plano nº 01	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US



PROYECTO	Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el PK. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río	TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil	INFORMACIÓN GENERAL	Fecha abril de 2018	Escala 1/3000	Dimensión A3
		PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla	Planta de implantación. Núcleos urbanos dentro de la zona de actuación del término municipal de San Juan de Aznalfarache.	Altura referencia ±0.00=100.00 s.n.m	Plano nº 02	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US



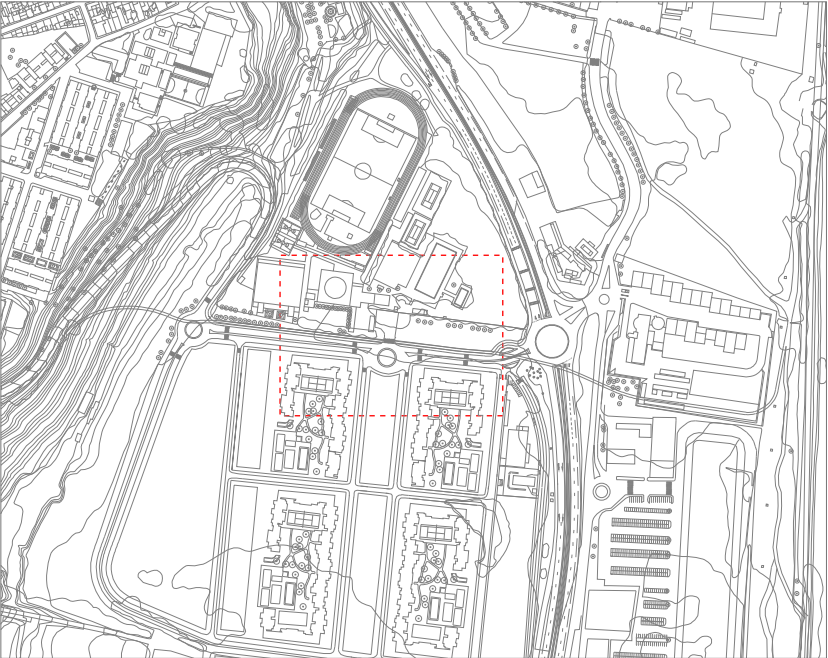
PROYECTO	Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el PK. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río	TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil	INFORMACIÓN GENERAL	Fecha abril de 2018	Escala 1/3000	Dimensión A3
		PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla	Planta de implantación. Conexión de la pasarela con los viarios existentes dentro de la zona de actuación del término municipal. de San Juan de Aznalfarache.	Altura referencia ±0.00=100.00 s.n.m	Plano nº 03	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US



Localización del detalle dentro de la planta de implantación

1/7500

<div>AUTOR<div>PABLO ORIHUELA GARCÍA</div><div>Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla</div></div>			
<div>PROYECTO<div>Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río</div></div>			
<div>TRABAJO DE FIN DE GRADO<div>Grado en Ingeniería Civil</div></div>			
<div>INFORMACIÓN GENERAL<div>Detalle del acceso oeste a la pasarela ubicado junto a la SE-660</div></div>			<div>Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m</div>
<div>Fecha</div>	<div>Escala</div>		<div>Dimensión</div>
	<div>abril de 2018</div>		<div>Plano nº</div>
		<div>Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US</div>	<div>04</div>



Localización del detalle dentro de la planta de implantación

1/7500

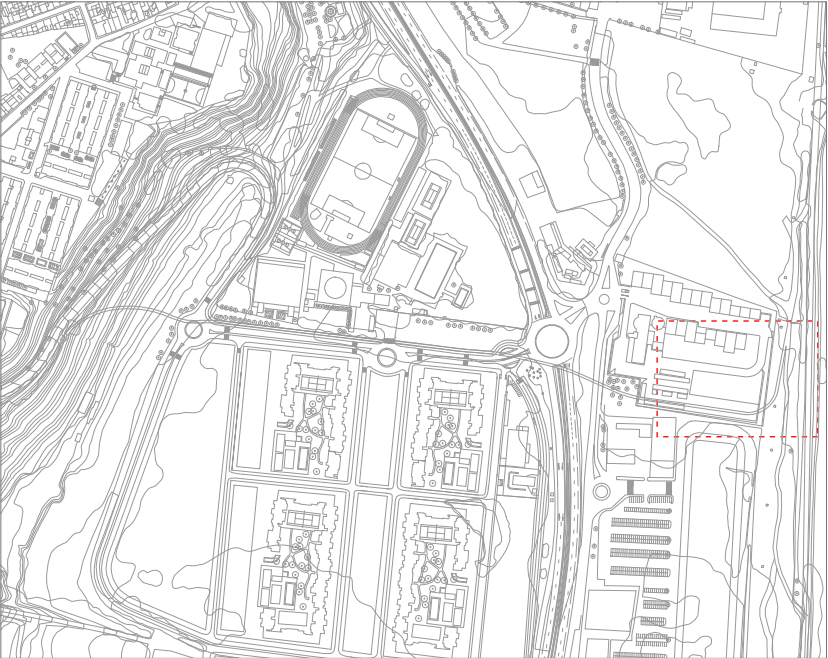
AUTOR PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla			
PROYECTO Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río			
TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil			
INFORMACIÓN GENERAL Detalle del doble acceso a la pasarela en las inmediaciones del Polideportivo Municipal 1 de Mayo			Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m
Fecha abril de 2018	Escala	1/600	Dimensión A3
	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US		Plano nº 05



Localización del detalle dentro de la planta de implantación

1/7500

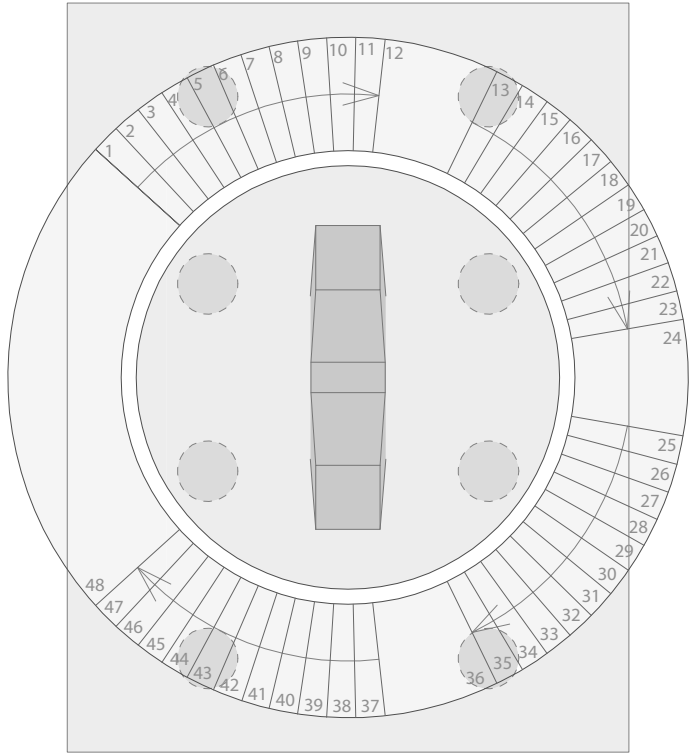
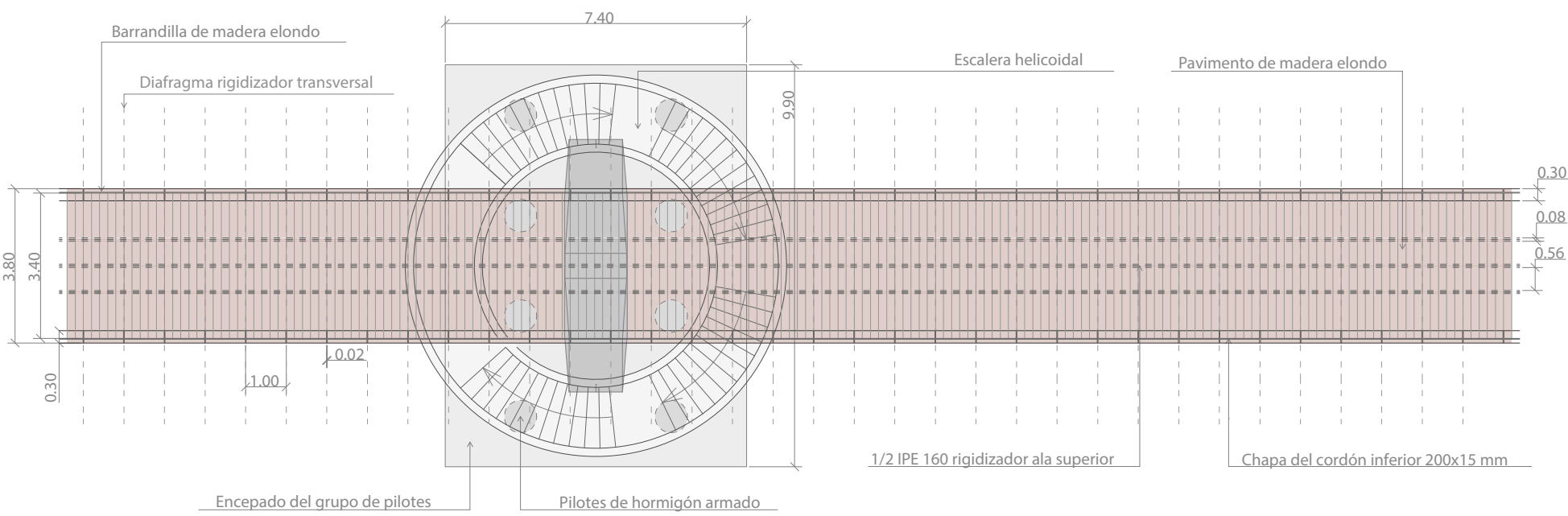
AUTOR PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla			
PROYECTO Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río			
TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil			
INFORMACIÓN GENERAL Detalle del cruce de la pasarela sobre la A-8058 en el P.K. 2000			Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m
Fecha abril de 2018	Escala 1/600 Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US		Dimensión A3 Plano nº 06



Localización del detalle dentro de la planta de implantación

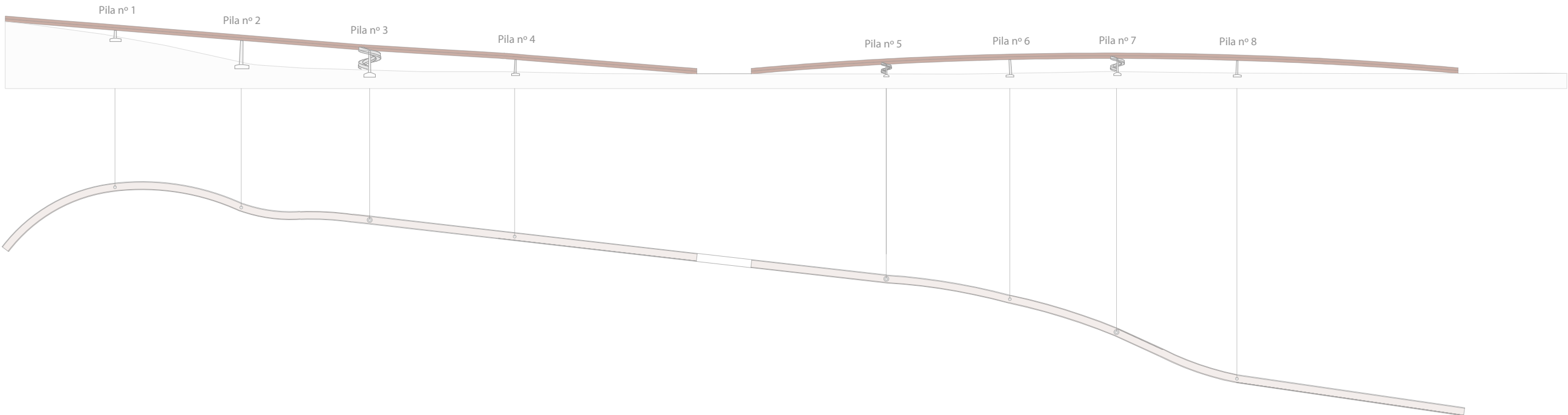
1/7500

AUTOR PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla			
PROYECTO Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río			
TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil			
INFORMACIÓN GENERAL Detalle del acceso este a la pasarela junto a la carretera SE-660			Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m
Fecha abril de 2018	Escala	1/250	Dimensión A3
	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US		Plano nº 07

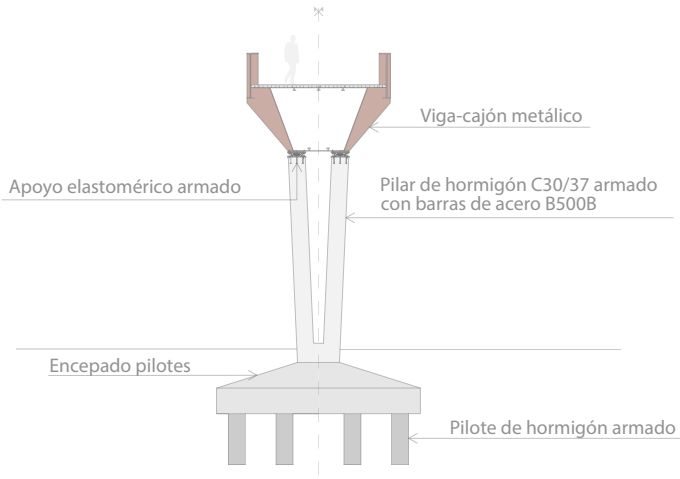


DETALLE EN PLANTA DE LA ESCALERA HELICOIDAL
Escala 1/100

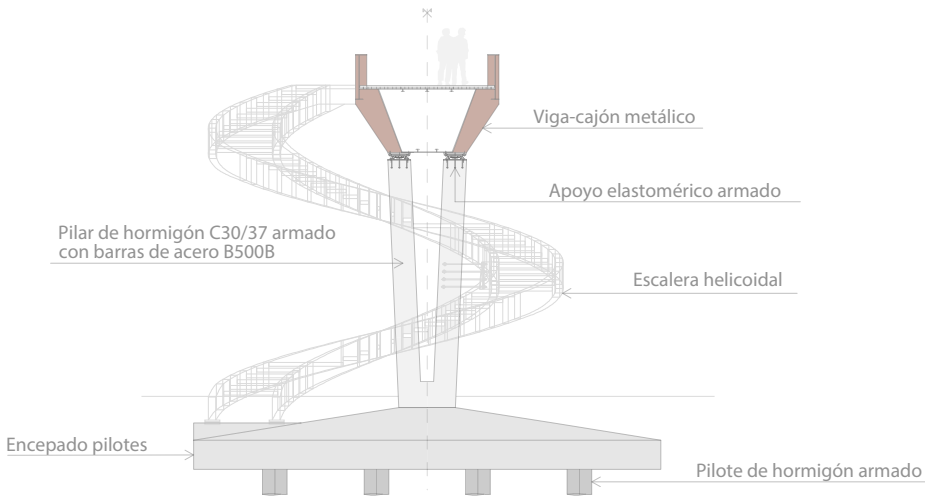
AUTOR PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla			
PROYECTO Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río			
TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil			
INFORMACIÓN GENERAL Detalle en planta del enlace entre la pasarela y la escalera helicoidal			Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m
Fecha abril de 2018	Escala 1/150	Dimensión	A3
	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US	Plano nº	08



nº de la pila	altura pila (m)	pila con escalera helicoidal	posición de la pila (PK)
1	2,77	No	0+51.07
2	10,02	No	0+109.58
3	9,00	Sí	0+168.82
4	5,71	No	0+236.34
5	4,39	Sí	0+408.01
6	6,28	No	0+465.27
7	6,04	Sí	0+515.16
8	5,73	No	0+570.55

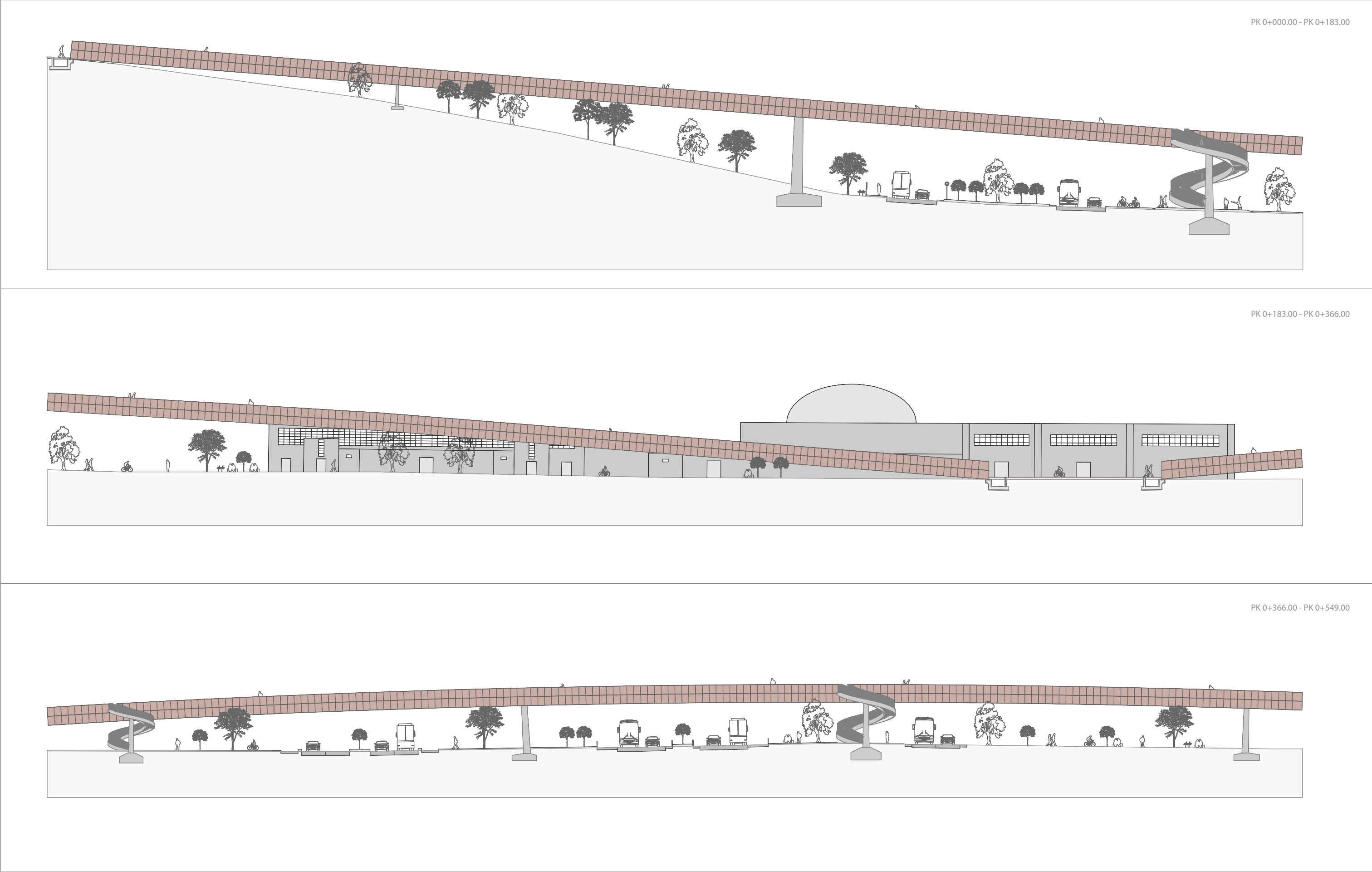


SECCIÓN CON PILAR 1/200

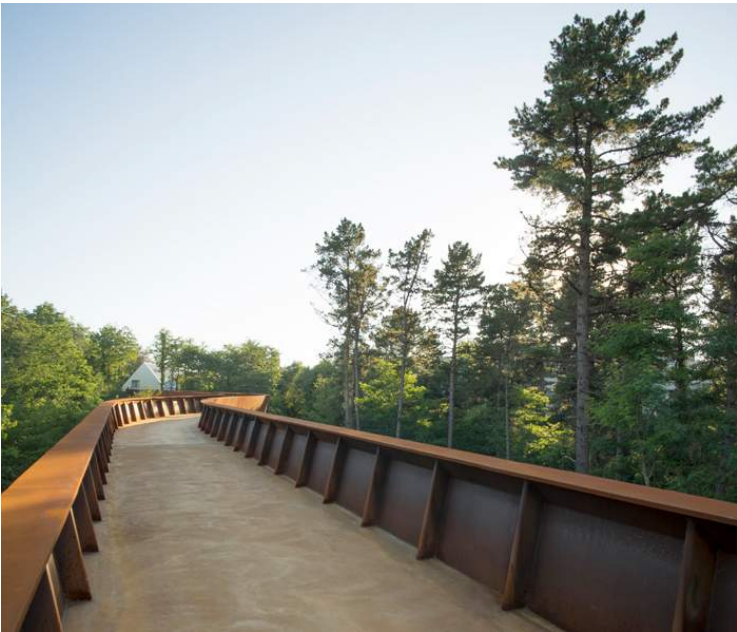
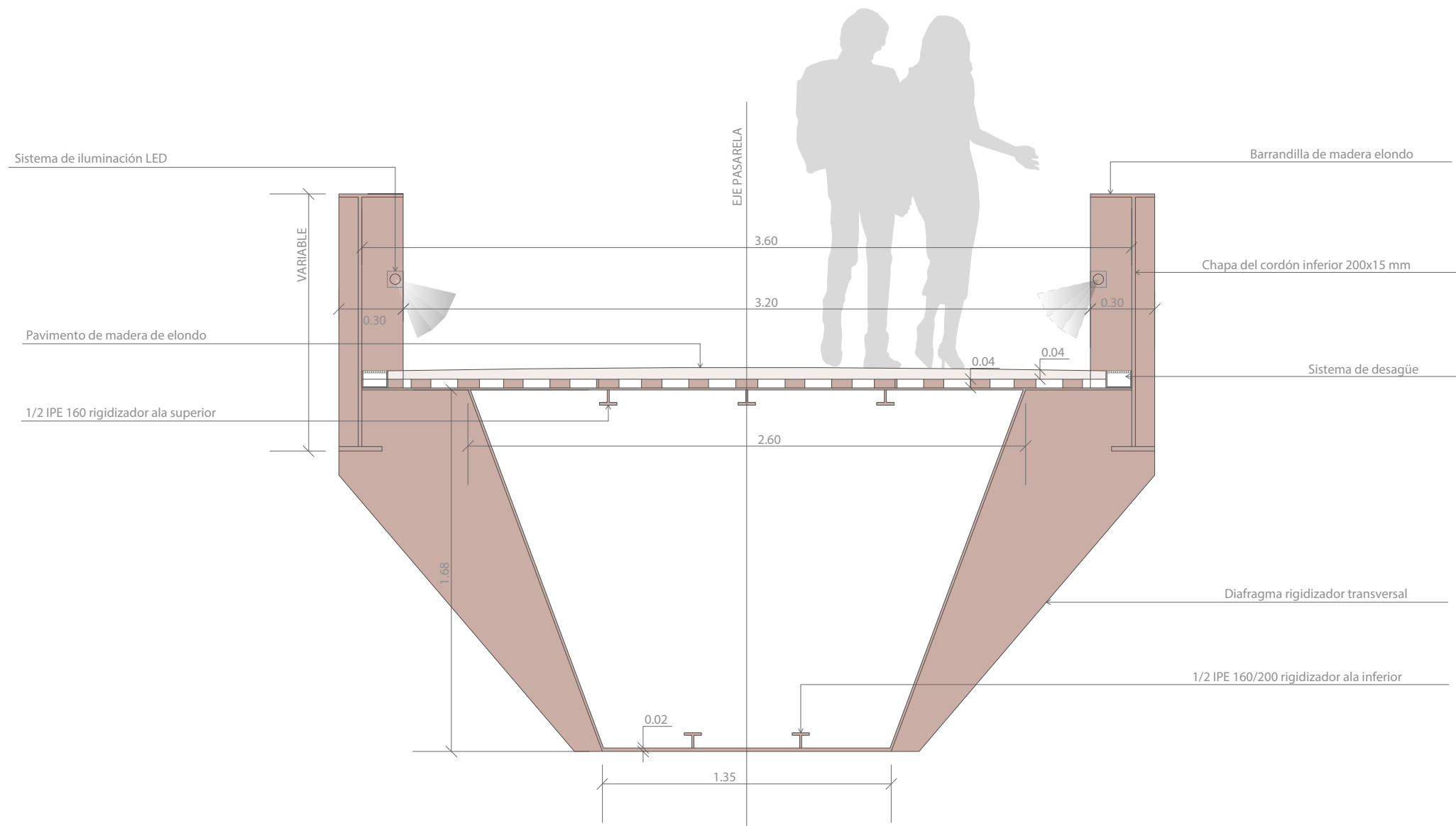


SECCIÓN CON PILAR Y ESCALERA HELICOIDAL 1/200

PROYECTO	Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el PK. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río	TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil	INFORMACIÓN GENERAL	Fecha abril de 2018	Escala 1/2000	Dimensión A3
		PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla	Ubicación de las pilas de la pasareña en perfil longitudinal y en la planta	Altura referencia ±0.00=100.00 s.n.m	Plano nº 09	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US
			Cuadro con altura de las pilas enumeradas y descripción de las pilas con escalera helicoidal			



PROYECTO	Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el PK. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río	TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil	INFORMACIÓN GENERAL Perfil longitudinal. Detalles del perfil longitudinal de la pasarela dividido en tres tramos, de oeste a este	Fecha abril de 2018	Escala 1/1500	Dimensión A3
		PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla		Altura referencia ±0.00=100.00 s.n.m	Plano nº 10	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US

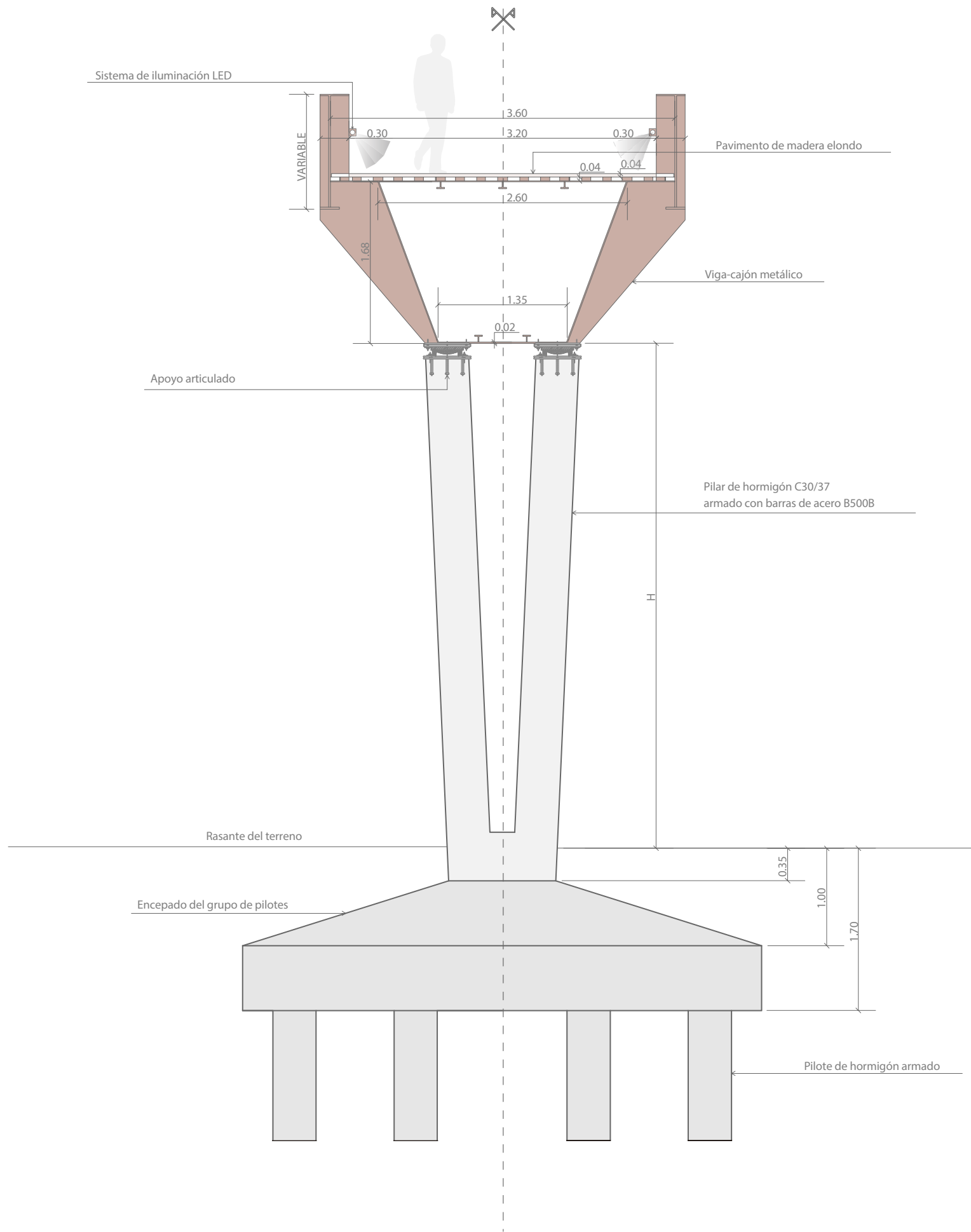


(1) Pasarela de Acero Corten en el Parque Tecnológico de Miramón
Hoz Fontán Arquitectos 2016
San Sebastián, Guipúzcoa (España)



(2) Pasarela de Acero Corten sobre el río Oria
Anta Ingeniería Civil
Villabona y Zizurkil, Guipúzcoa (España)

AUTOR PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla			
PROYECTO Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río			
TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil			
INFORMACIÓN GENERAL Sección transversal tipo			Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m
Fecha abril de 2018	Escala	1/25	Dimensión A3
	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US		Plano nº 11

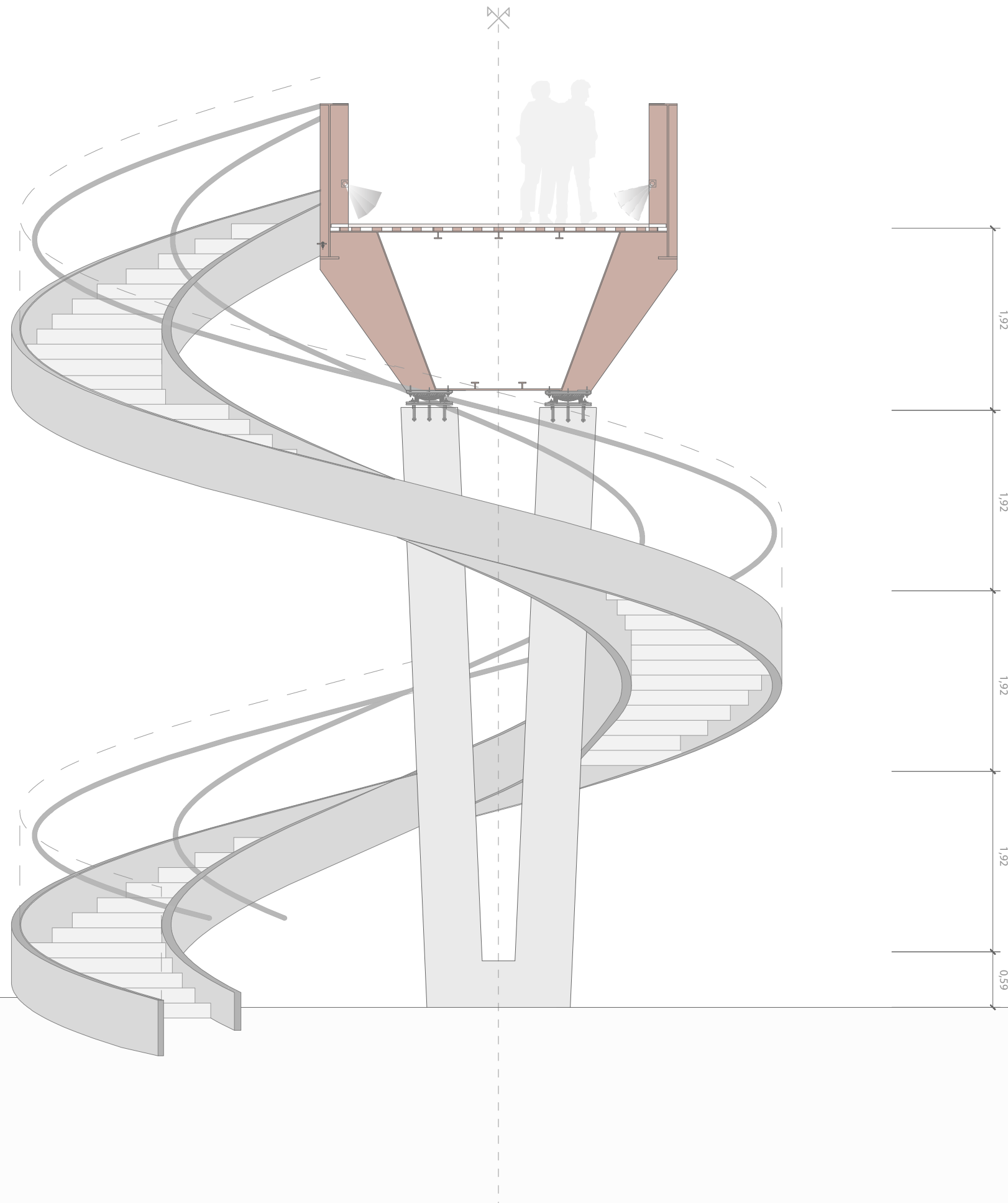


(1) Puente de La Vicaria sobre el río Segura
Juan Ginés Muñoz López, Ferroviál-Agroman S.A. 2007
Yeste, Albacete (España)

nº de la pila	altura pila H (m)
1	2,77
2	10,02
3	9,00
4	5,71
5	4,39
6	6,28
7	6,04
8	5,73

(2) Relación de altura de las pilas

AUTOR PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla			
PROYECTO Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río			
TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil			
INFORMACIÓN GENERAL Sección transversal y pilares tipo			Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m
Fecha abril de 2018	Escala	1/50	Dimensión A3
	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US		Plano nº 12

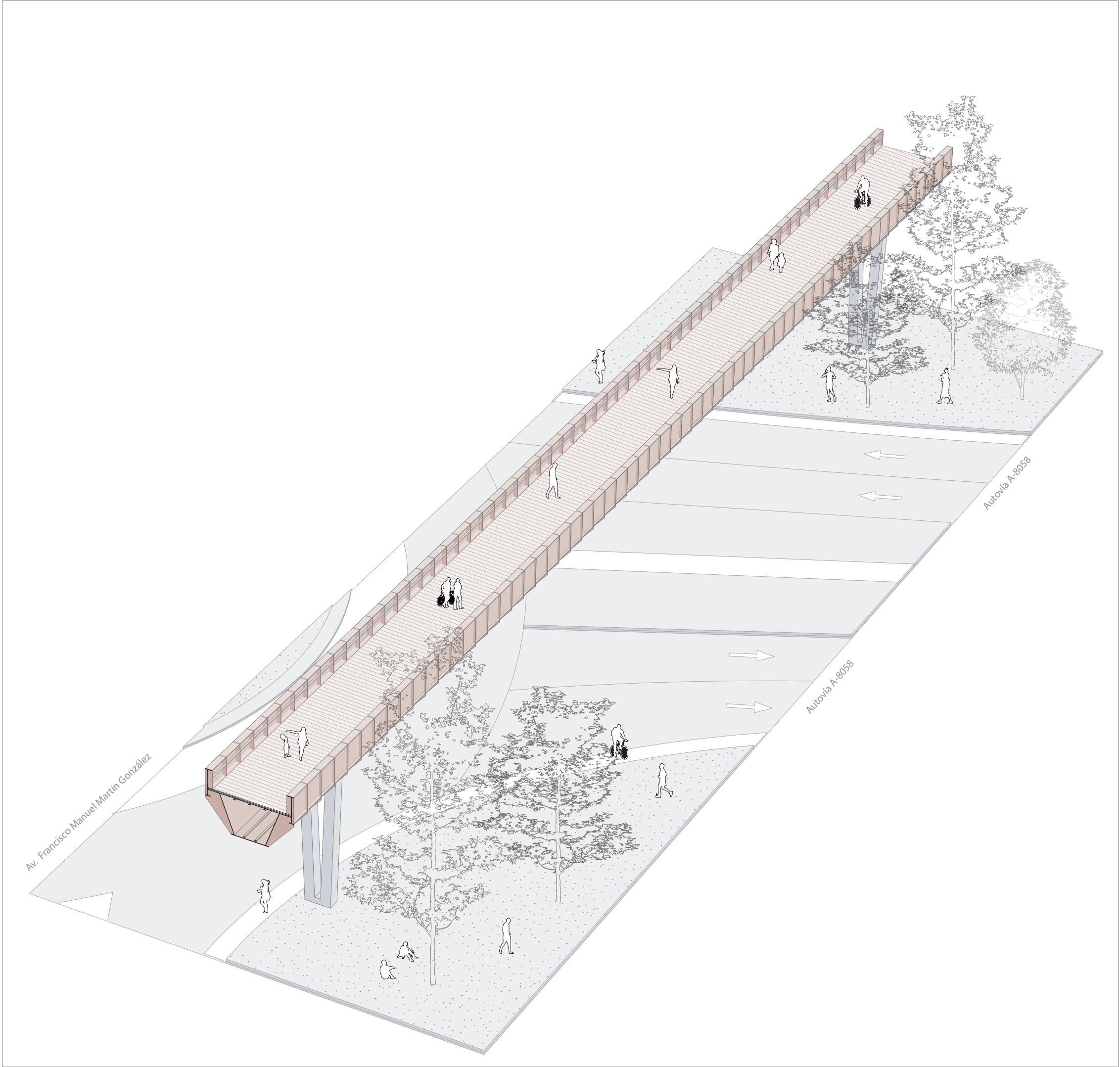


(1) Pasarela peatonal y ciclista Ex-Torreta
Alejandro Zaera-Polo & Maider Llaguno, 2017
Bellinzona, Tesino (Suiza)



(2) Umschreibung, Edificio KPMG
Olafur Eliasson, 2004
Múnich (Alemania)

AUTOR PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla			
PROYECTO Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río			
TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil			
INFORMACIÓN GENERAL Seccion transversal, pilares y escalera helicoidal tipo			Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m
Fecha abril de 2018	Escala	1/50	Dimensión A3
	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US		Plano nº 13



(1) Pasarela de Acero Corten en el Espacio Público Teatro La Lira
RCR Arquitectes 2005-2005
Ripoll, Girona (España)



(2) Pasarela de Acero Corten en el Espacio Público Teatro La Lira
RCR Arquitectes 2005-2005
Ripoll, Girona (España)

AUTOR PABLO ORIHUELA GARCÍA Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla			
PROYECTO Proyecto Básico de pasarela peatonal y ciclista en el P.K. 2000 de la A-8058: Sevilla-Coria del Río			
TRABAJO DE FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Civil			
INFORMACIÓN GENERAL Detalle en perspectiva axonométrica del cruce de la pasarela sobre la autovía A-8058			Altura de referencia: ±0.00=100.00 s.n.m
Fecha abril de 2018	Diseñado con Rhinoceros 3D®	Dimensión	A3
	Cartografía Digital de Andalucía Biblioteca de Arquitectura US	Plano nº	14